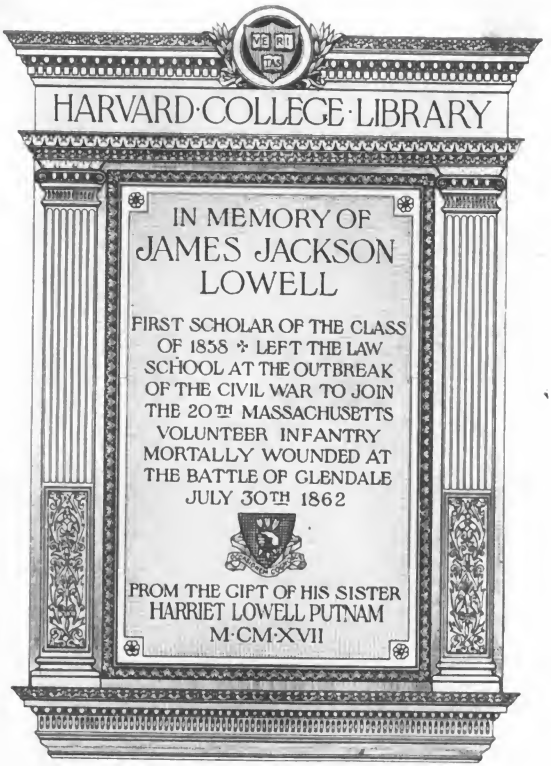
ARCHIV FÜR DIE ARTILLERIE- UND INGENIEUR-OFFIZIERE DES DEUTSCHEN...

Digitized by Google

War 10.65
HE 723



Digitized by Google

Digitized by Google

Archiv

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutschen Reichsheeres.

Redaktion:

v. Neumann,
General-Lieutenant z. Disp.

v. Kirn,
Oberst-Lieutenant a. D.,
früher im Ing.-Corps.

Siebenunddreißigster Jahrgang. Vierundsiebzigster Band.

Mit 3 Tafeln.

Berlin, 1873.
Ernst Siegfried Mittler und Sohn
Königliche Hofbuchhandlung.
Kochstraße 69.

Digitized by Google

KE 723
War 10.65

Harvard College Library
Dec. 24, 1921
J. J. Lowell fund

Zur Nachricht.

Der Jahrgang dieser Zeitschrift, bestehend aus zwei Bänden, jeder bis zu 18 Druckbogen mit vielen Figuren-Tafeln, wird nach der Bestimmung der Redaktion den Herren Offizieren und den Truppentheilen des deutschen Reichsheeres bei direkter Bestellung an die Unterzeichneten — (ohne Ausnahme nur auf diesem Wege) — in Berlin selbst zu 2 Thaler, nach auswärts innerhalb des deutschen Postbezirks unter Kreuzband frankirt zu 2 Thaler 7½ Silbergroschen praenumerando geliefert, während der Preis für das Ausland und im Buchhandel 4 Thaler beträgt. Dagegen werden Briefe und Geldsendungen portofrei erbeten.

E. S. Mittler u. Sohn.
Königl. Hofbuchhandlung.
Berlin, Kochstraße 69.

Digitized by Google

Inhalt des vierundsiebzigsten Bandes.

		Seite
I.	Die Ueberbrückung des nassen Grabens von Lünette 52 der Festung Straßburg. (Hierzu Tafel I.)	1
II.	Die Panzerflotte	14
III.	Betrachtungen über den Werth von großen und kleinen Festungen und die Art sie anzugreifen	63
IV.	Ansichten über die Reorganisation der Feldartillerie in England	80
V.	Ueber den Luftwiderstand der Geschosse	86
VI.	Literatur	88
VII.	Artilleristische Betrachtungen	95
VIII.	Die Artillerie der englischen Marine	121
IX.	Von den treibenden Kräften	126
X.	Spannung der Pulvergase in Geschützen	165
XI.	Literatur	177
XII.	Ueber die bequemste Form des Luftwiderstands-Gesetzes	189
XIII.	Ueber den Bau gefesselter und lenkbarer Luftschiffe mit Rücksicht auf die Zwecke des Krieges. (Hierzu Tafel II.)	251
XIV.	Bemerkungen über den Bau von Angriffs- und Küsten-Batterien nach der Vorschrift von 1865, sowie Vorschläge zum Bau von Batterien mit tieferen Geschützständen. (Hierzu Tafel III.)	265

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

I.

Die Ueberbrückung des nassen Grabens von Lünette 52 der Festung Straßburg,

ausgeführt von der 1. Festungs-Pionier-Kompagnie des 1. Armee-Korps in der Nacht vom 21. bis 22. September 1870.

(Hierzu Tafel I.)

Nachdem das Couronnement vor der Lünette 52 der Festung Straßburg mittelst der flüchtigen Sappe soweit hergestellt war, daß auf die baldige Ausführung einer Descente gerechnet werden konnte, ertheilte der Ingenieur en chef, Generalmajor von Mertens dem Kommandeur der obengenannten Kompagnie den Befehl, einen Entwurf für die Ueberbrückung des Wassergrabens vor der Lünette vorzulegen.

Die Recognoscirung ergab, daß der Graben Erdböschungen von etwa 1½ facher Anlage und eine Wasserbreite von 180 Fuß besaß. Die Wassertiefe betrug, abgesehen von der etwa 30 Fuß breiten Lünette, nach der Mitte des Grabens zunehmend, 5 bis 8 Fuß. Der Wasserspiegel stand etwa 1 Fuß unter dem gedeckten Wege und ziemlich in gleicher Höhe mit der Berme an der Escarpe des Werkes. Diese Berme war mit einer Hecke bepflanzt. Die Strömung in dem Graben war so schwach, daß sie nicht weiter in Betracht kam.

Das Geschützfeuer der Lünette war zum Schweigen gebracht. Das Werk schien von dem Vertheidiger nicht mehr regelmäßig, sondern nur zeitweise durch stärkere Patrouillen besetzt zu sein, welche vorübergehend, z. B. noch während der Besetzung der Lünette 53 am 19. September ein kräftiges Infanteriefeuer unter-

Digitized by Google

hielten. Der Graben war durch Gewehr- und Geschützfeuer von der Contregarde 51 und dem Bastion 12 flankirt.

Die Lage der Descente war so bestimmt, daß der Ausgang derselben im gedeckten Wege durch eine vorhandene Traverse gegen das flankirende Feuer der Festung gedeckt wurde. Bei der späteren Ausführung dieser 8 Fuß weiten, mit Eisenbahnschienen eingedeckten Descente wurde die Seitendeckung noch vervollständigt und durch eine Maske von Sappenkörben bis nahe an die Contreescarpe verlängert. In gleicher Weise wurde nach rechts, gegen das damals noch besetzte Werk 53, eine Maske hergestellt und der Ausgang der Descente selbst durch Sappenkörbe, welche mit Sandsäcken gefüllt waren, geblendet.

Die in den Kellern der zahlreichen Brauereien von Schiltigheim lagernden großen Fässer führten zu dem Entschluß, den Grabenübergang mittelst einer Tonnenbrücke zu versuchen. Die Kommunikation auf dieser Brücke sollte durch einen gewehrschußfesten Schirm von Eisenbahnschienen oder Balkenholz gegen das Flankenfeuer gedeckt werden. Um diesen starren schweren Schirm von den Schwankungen der Brücke beim Uebergange der Truppen unabhängig zu machen, wurde es erforderlich, Brücke und Schirm in der Weise von einander getrennt zu konstruiren, daß der letztere auf besonderen schwimmenden Unterlagen ruhte. In diesem Sinne wurde der auf der beigefügten Zeichnung dargestellte Entwurf bearbeitet. Mit den Vorbereitungen zur Ausführung dieses Entwurfes wurde, nachdem derselbe die Genehmigung des Ingenieur en chef erhalten, am 17. September begonnen.

Konstruktion der Brücke.

Die Dimensionen der einzelnen Konstruktionstheile waren so zu bemessen, daß der Transport derselben durch die Trancheen und durch die Descente ohne Schwierigkeiten bewerkstelligt werden konnte.

Jedes schwimmende Unterlager wurde aus zwei Tonnen gebildet, welche in der Richtung ihrer Längenachsen nebeneinander und quer zur Brückenbahn gelegt, durch einen Rahmen verbunden waren. Letzterer trug die Brückenbalken.

Die Tonnen hatten einen Durchmesser von 4 bis 4½ Fuß

Digitized by Google

bei etwa gleicher Länge. Sie bestanden aus starkem, eichenen Holz und waren mit eisernen Bändern versehen. Um ein Verschieben der letzteren beim Transport durch Rollen zu verhindern, wurde jedes Band durch drei vorgeschlagene eiserne Nägel befestigt. Die Tonnenpaare wurden genau nach Größe und Tragvermögen zusammengestellt.

Zur Herstellung der Rahmen und Streckbalken kamen lediglich Hölzer von 14 Fuß Länge, 8 Zoll Breite und 4 Zoll Stärke zur Verwendung, von denen sich eine größere Quantität auf dem in Bau begriffenen Bahnhof zu Schiltigheim vorfand.

Die Rahmen bestanden aus 2 Langhölzern und zwei Querhölzern, von denen die ersteren 15 Zoll, die letzteren 11 Fuß lichten Abstand von einander hatten. Die Querhölzer waren mit den Langhölzern durch beiderseits zwei Zoll tiefe Ueberschneidungen und an jedem Kreuzungspunkt noch durch zwei schräg eingetriebene Nägel verbunden. Die unteren Innenkanten der Langhölzer wurden der Krümmung und Rundung der Fässer entsprechend so ausgearbeitet, daß die Querhölzer des aufgelegten Rahmens gegen die äußeren Bodenseiten der Fässer traten. Zur weiteren Verbindung des Rahmens mit den Fässern diente nur je ein Tau, welches von einer eisernen Krampe an der Außenseite des einen Langholzes aus, unter dem Faß hindurchgehend, an einer eben solchen Krampe des anderen Langholzes befestigt war. Vier Hakennägel an der Außenseite jedes Langholzes dienten zum Festschnüren der Balken. Die fertigen Unterlager wurden im Wasser ihrer Eintauchungstiefe entsprechend so geordnet, daß größere Ungleichheiten in der Brückenbahn vermieden wurden.

Mit Rücksicht auf das praktisch ermittelte Tragvermögen der Tonnen und auf die zu erwartende Belastung wurde die Spannweite von Mitte zu Mitte der schwimmenden Unterlagen zu zehn Fuß angenommen. Jede Brückenstrecke erhielt 4 Streckbalken von 14 Fuß Länge und 8 Zoll à 4 Zoll Stärke. Jeder Balken ruhte auf beiden Langhölzern zweier benachbarten Rahmen und umfaßte dieselben mittelst 4 Ausschnitten von 2 Zoll Tiefe und 4½ Zoll Weite. Abstand und Lage der Balken ergiebt sich aus der Zeichnung; ersterer wurde beim Bau nach dem Augenmaaß bestimmt.

Die Uferstrecken erhielten eine Spannweite von je 16 Fuß, um mittelst derselben jedenfalls die für das Schwimmen der Ton-

Digitized by Google

nen erforderliche Wassertiefe erreichen zu können. Die Streckbalken derselben waren entsprechend stärker.

Die Belagbretter hatten 10 Fuß Länge bei 10 Zoll Breite und 1 Zoll Stärke. Etwa jedes 3. oder 4. Brett, war an einer Seite mit Ausschnitten für die Rödelung versehen. Als Röhlbalken dienten Kreuzhölzer von 3 Zoll bis 4 Zoll Stärke.

Der Unterbau des Brückenschirmes war ähnlich konstruirt, wie die Brücke. Auf den Langhölzern der Rahmen wurden zwischen je zwei Leisten Säulen aufgesattelt und diese noch durch Streben befestigt. Zwischen den Säulen sollten Eisenbahnschienen oder zehnzölliges Balkenholz zu einem Schirm aufgestapelt werden.

Vorbereitung des Materials und Uebungen im Brückenbau.

Für die Herrichtung des Brückenmaterials und für die Einübung des Brückenbaues war ein Platz an der Ill, neben der Badeanstalt, bei Bischheim gewählt, wo die Wasser- und Uferverhältnisse des Flußes annähernd denen des zu überbrückenden Grabens gleichkamen.

In den Tagen vom 17. bis zum 20. September 1870 wurden hier gefertigt:

a) für die Brücke:

18 schwimmende Unterlagen.
3 Uferbalken.
18 Strecken Brückendecke.
2 Uferstrecken.

b) für den Schirm:

13 schwimmende Unterlagen nebst Ständerung für den Schirm;
30 Knaggenbalken für je 15 Fuß Spannung,
1300 laufende Fuß 10 Zoll starkes Holz für den Schirm.

Es wurden ferner Reserve-Stücke jeder Art: vierbeinige Böcke, Taue, Anker, mit Leder benähte Hämmer, Schlägel und Pfähle mit Filzplatten; Stoßeisen (zum Ersatz für die Uferpfähle, um das Geräusch beim Einschlagen der letzteren zu vermeiden) in ausrei-

Digitized by Google

chender Anzahl beschafft. Endlich wurden 11, zum Transport auf Wagen geeignete Nachen aus verschiedenen Ortschaften nach dem Bauplatz an der Ill zusammengeführt. Es war die Absicht, diese Kähne an der Uebergangsstelle bereit zu halten um mittelst derselben nach der Lünette 52 übergehen zu können, wenn der Brückenschlag auf unvorhergesehene Hindernisse stoßen sollte.

Am 20. September Morgens begannen die Uebungen im Brückenbau auf der Ill. Für das dabei innegehaltene Verfahren, dessen Beschreibung weiterhin erfolgt, war der Gesichtspunkt in den Vördergrund gestellt, daß die Zahl der Mannschaften auf der Baustelle überhaupt, besonders aber die Zahl der während des Baues auf der Brücke befindlichen Pioniere auf ein Minimum zu beschränken sei.

Der Bau der Brücke, sowie deren Verhalten beim probeweisen Uebergange der Kompagnie entsprach vollkommen den Erwartungen. Die Decke der nicht belasteten Brücke lag ca. 3 Fuß über dem Wasser; beim Uebergehen der Truppen fand eine fernere Eintauchung von etwa 2 Fuß Statt. Der Bau des Schirmes dagegen, insbesondere das Aufbringen der schweren Hölzer, welches ziemlich gleichmäßig auf der ganzen Länge der Brücke vorgenommen werden mußte, erwies sich als eine sehr schwierige Arbeit. Auch zeigte diese Konstruktion nicht völlig die erwünschte Stabilität, da die nicht immer gleichmäßige Belastung während des Baues, sowie der Wind Schwankungen hervorbrachten, die bei der hohen Lage des Schwerpunktes des Schirms gefahrdrohend waren.

Die Ausführung des Graben-Ueberganges.

Am 20. September Nachmittags befahl der Ingenieur en chef nach stattgehabter Besichtigung des Brückenschlages auf der Ill die Ausführung des Grabenüberganges für den Abend des 21. September. Mit Rücksicht auf die ersterwähnten Schwierigkeiten beim Bau des Schirmes wurde schon jetzt genehmigt, daß zuerst der Bau der Brücke allein ausgeführt und wenn derselbe gelungen, die Erstürmung resp. Besetzung des Werkes unternommen werden solle. Die Herstellung des Schirmes sollte alsdann später in derselben Nacht erfolgen.

Mit dem Transport des Materials wurde noch am Abend

Digitized by Google

des 20. September begonnen. Die aus dem Hauptdepot hierzu gestellten Bauerwagen wurden derart beladen, daß auf dem ersten Wagen die erste Uferstrecke mit Uferbalken und Zubehör, auf dem zweiten Wagen das erste Tonnenpaar nebst Rahmen, auf dem dritten die zweite Strecke der Brückendecke u. s. w. sich befand. Der erste Transport von 30 Wagen wurde um 8½ Uhr Abends durch Berchheim längs der großen Straße von Schiltigheim nach der nordöstlichen Ecke des Kirchhofs St. Hélène an die erste Parallele geführt. Beim Ausgange von Schiltigheim gerieth dieser Transport in Gewehr- und Granatfeuer, durch welches ein Fuhrmann und 2 Pferde der vorderen, im Abladen begriffenen Wagen verwundet und einige Tonnen beschädigt wurden. Die weiter rückwärts haltenden Fuhrleute, zu deren Ueberwachung die nach Beginn des Abladens noch disponiblen Pioniere nicht mehr ausreichten, geriethen in Unordnung und machten theils mit den beladenen Wagen Kehrt, theils warfen sie das Material von den Wagen und suchten mit diesen weiter rückwärts Deckung. Um ähnlichen Vorkommnissen vorzubeugen, wurden die ferneren Wagen-Transporte, welche bis zum Mittag des 21. September fortgesetzt wurden, nach dem Zwischendepot des linken Flügels dirigirt und dort entladen Das auf der Chaussee nördlich des Kirchhofs St. Hélène abgeworfene Material wurde noch in der Nacht vom 20.—21. September unter fortwährendem Gewehrfeuer in die erste Parallele geschafft und mit vieler Mühe dort wieder geordnet.

Im Laufe des 21. Septembers wurde sämmtliches Material für die Brücke mit Beihülfe von Infanterie, Arbeitern aus der 1. Parallele, resp. aus dem Zwischendepot des linken Flügels in das Couronnement getragen und systematisch geordnet so gelagert, daß die Communication möglichst wenig beengt wurde. Diese Arbeit wurde erst um 6 Uhr Abends beendet; sie erlitt dadurch eine Verzögerung, daß wegen des Artilleriefeuers gegen Lünette 52 von Morgens 9 Uhr bis Mittags 12 Uhr der Zutritt in das Couronnement untersagt war. Das zur Herstellung des Schirms bestimmte Material wurde inzwischen in einem Depot am Revers der 3. Parallele gesammelt.

Nach der für die Wegnahme der Lünette ausgegebenen Instruktion sollte der Brückenschlag mit einbrechender Dunkelheit begonnen werden und wurde angenommen, daß derselbe in 3 bis 4 Stunden beendet sein könne. Die Brückenbahn sollte mit Stroh

Digitized by Google

belegt und die am Fuß der Erdböschung befindliche Hecke auf Brückenbreite weggeräumt werden.

Dem entsprechend traten Abends 7 Uhr die Offiziere, 6 Unteroffiziere und 60 Mann der Kompagnie im Couronnement zur Arbeit an. Eine gleiche Zahl von Unteroffizieren und Mannschaften war auf 12 Uhr Nachts zur Ablösung kommandirt.

Die Offiziere und Mannschaften wurden in folgender Weise eingetheilt:

1 Offizier an der Brückentête (Pr.-Lieut. von Keiser II.)

1 Offizier für die Folge der Materialien: (Sec.-Lieut. der Reserve Schultz),

1 Bautrupp	1 Unteroff.,	10	Mann
2 Hülfstrupps	2 "	16	"
1 Fahrtrupp	— "	2	"
1 Tau-Anleger-Trupp	1 "	4	"
1 Rödeltrupp	— "	4	"
1 Trupp zum Heranschaffen der Tonnen u. Rahmen ꝛc. bis zum Entree der Descente	1 "	14	"
Im Depot und im Reserve	1 "	10	"
Summa: . .	6 Unteroff.	60	Mann.

Nach eingetretener Dunkelheit, um 7½ Uhr Abends wurde der Bautrupp beordert, die Schanzkorbblendung des Descenten-Ausganges im gedeckten Weg in der Front und auf der rechten Flanke fortzuräumen. Mit dem hierdurch gewonnenen Material ward der Schirm auf der linken Flanke verstärkt und bis in das Wasser hinaus verlängert. Hierauf wurden zunächst 2 Nachen durch die Descente hindurch in den Graben vorgebracht. Zwei Pioniere setzten über und befestigten an der Hecke auf der Berme der Lünette in der Brückenlinie zwei Taue, mit deren freien Enden sie zum Brückenanfang zurückkehrten.

Der Brückenbau begann um 8 Uhr Abends. Derselbe wurde streckenweis vom diesseitigen Ufer in der Art ausgeführt, daß zunächst eine Strecke mit zwei schwimmenden Unterlagen eingebaut und diese mittelst der Ortbalken einer zweiten Strecke soweit ausgeschoben wurde, daß am Brückenanfange Raum für eine dritte

Digitized by Google

schwimmende Unterlage gewonnen wurde. In dieser Weise wurde die ganze fertige Brückenlänge streckenweis vom diesseitigen Ufer nach dem jenseitigen vorgeschoben und hierbei durch die dort befestigten Taue in der Richtung erhalten. Zu letzterem Zweck befanden sich die beiden Pioniere des Fahrtrupps auf der vordersten Brückenstrecke. Nachdem die Brückentête an dem jenseitigen Ufer aufstieß, ging der Bautrupp hinüber, beseitigte die Escarpenhecke in der Breite der Brückenbahn, schnitt ein Lager für den jenseitigen Uferbalken in die steile Erdböschung des Werkes und stellte die jenseitige Uferstrecke mittelst des im Voraus auf der ersten Brückenstrecke niedergelegten Materials her. Schließlich wurde dann die Brücke durch die diesseitige Uferstrecke geschlossen*).

*) Die einzelnen Arbeiten wurden in nachstehender Weise von den verschiedenen Trupps ausgeführt:

1. Hülfstrupp: Je 2 Mann rollen die Fässer der ersten Unterlage vor. 4 Mann bringen den ersten Rahmen.

Bautrupp. 6 Mann halten, im Wasser stehend den Rahmen an den Querhölzern in einer solchen Höhe, daß von den weiteren 4 Mann die Fässer unter den Rahmen gebracht und dort befestigt werden können. Zu dem Zweck sind die an den äußeren Langhölzern des Rahmens befestigten, aufgeschossenen Taue vorher gelöst und nach rückwärts so gestreckt, daß die Tonnen über dieselben rollen.

Der 2. Hülfstrupp bringt die beiden äußeren Streckbalken der ersten Strecke, welche von den letztgenannten 4 Mann des Bautrupps auf den Rahmen geschnürt werden. Mittelst dieser Balken wird das erste Tonnenpaar soweit abgesetzt, daß es schwimmt.

Der 1. Hülfstrupp bringt den zweiten Rahmen nebst den zugehörigen Fässern.

Der Bautrupp hebt den Rahmen, befestigt die Tonnen darunter und kämmt die diesseitigen Enden der äußeren Streckbalken auf.

Der 2. Hülfstrupp bringt 4 Balken und den Belag für die erste Strecke. Von den Balken werden zwei als innere Balken der ersten Strecke, zwei als äußere Balken der 2. Strecke aufgelegt.

Der Bautrupp schnürt die äußeren Balken auf beide Langhölzer des zweiten Rahmens fest und setzt mittelst der Außenbalken der zweiten Strecke die erste Strecke soweit vom Ufer ab, daß die zweite Unterlage schwimmt. Der Belag der ersten Strecke wird nun aufgebracht, indem die Bretter allmälig nach der Tête zu vorgeschoben werden.

Der 1. Hülfstrupp bringt den 3. Rahmen und die zugehörigen Tonnen herbei, der 2. Hülfstrupp Balken und Bretter u. s. w. Das Material wurde von den Depottrupps dem Bedarf entsprechend von den

Digitized by Google

Es wurden eingebaut:

2 Uferstrecken à 16 Fuß	=	32 Fuß
16 schwimmende Unterlagen = 15 Strecken, à 10 Fuß	=	150 Fuß.
Summa:		182 Fuß.

Nach dem Einbau von je 4 bis 5 Strecken wurden diese zur Verminderung des Geräusches beim Uebergang mit einer Strohschicht belegt.

Um 10 Uhr Abends war der Brückenschlag vollendet.

Auf der Brücke befanden sich während des Baues dauernd nur die beiden Leute des Fahrtrupps, welche die Brücke an den Tauen dirigirten, sowie ferner 4 Mann des Rödeltrupps. Diese Mannschaften verrichteten ihre Arbeiten liegend. Sämmtliche übrigen Mannschaften waren in Folge ihres niedrigen Standortes an und theilweise im Wasser größtentheils noch durch die Traverse gegen Flankenfeuer gedeckt. (Frontalfeuer aus dem angegriffenen Werk erfolgte nicht). Alle Mannschaften, welche während des Baues zeitweilig die Brücke betreten mußten, entledigten sich vorher ihrer Stiefel, um weniger Geräusch zu verursachen.

Diesen Anordnungen und der musterhaften Ruhe der Mannschaften dürfte es zuzuschreiben sein, daß das sehr lebhafte Gewehr- und Shrapnelfeuer, mit welchem der Vertheidiger den Graben unausgesetzt bestrich, stets zu hoch gerichtet blieb, so daß nur ein Pionier der Kompagnie durch einen Gewehrschuß in den Arm verwundet wurde.

Die Besetzung der vom Feinde verlassenen Lünette erfolgte etwa um 10½ Uhr Abends. Die Brücke erwies sich beim Uebergange der Truppen durchaus haltbar und auch der starken Belastung gewachsen, welche am jenseitigen Ausgange dadurch entstand, daß die

---

verschiedenen Lagerplätzen im Couronnement nach dem Eingang der Descente geschafft.

Nachdem je 3 Strecken eingedeckt waren, wurde Rödelmaterial aufgebracht und gerödelt.

Der Tauanlegertrupp trug befestigt an jedem 4. Rahmen ein Tau. Diese Taue sollten schräg nach dem Ufer ausgespannt werden, um der Brücke mehr Stabilität gegen seitliche Schwankungen zu geben. Sie mußten jedoch wegen Anbringung des Schirmes demnächst wieder fortgenommen werden.

Digitized by Google

Truppen nur langsam die Wallböschung ersteigen konnten. Die Strohschüttung erfüllte ihren Zweck so lange, als die übergehenden Truppen einen ruhigen Schritt beibehielten; sie verhinderte indeß nicht, daß der im Laufschritt erfolgende Uebergang einer Abtheilung ein weithin hörbares Geräusch hervorbrachte, welches dem Feind Gelegenheit gab, seine Schußrichtungen zu verbessern, so daß in Folge dessen die übergehenden Truppen nicht unerhebliche Verluste erlitten.

Da die lebhafte Passage auf der Brücke und durch die Descente, die Anhäufung von Arbeitern, Verwundeten ꝛc. im Couronnement die sehr umfangreiche Arbeit des Baues einer zweiten Brücke mit gewehrschußfestem Schirm in derselben Nacht unausführbar machte, so befahl der Ingenieur en chef, die Communication über die Brücke durch einen Schirm aus dünnen Brettern für den kommenden Tag der feindlichen Einsicht zu entziehen.

Zu dem Zweck wurden um 12 Uhr Nachts die disponiblen Mannschaften incl. der eingetroffenen Ablösungen in das linke Flügeldepot gesandt, um dort Tafeln von 3½ Fuß Breite und 12 Fuß Länge aus einzölligen Brettern zusammenzuschlagen. Je zwei dieser Tafeln sollten übereinander an dreifüßigen Böcken befestigt werden, deren Aufstellung von der Brücke aus erfolgte.

Am 22. September Morgens 3 Uhr begann die Aufstellung der Bretttafeln. In Folge des starken Verkehrs auf der Brücke konnten jedoch bis zum hellen Morgen nur 70 laufende Fuß des Schirms hergestellt werden und mußte nun diese ungedeckte Arbeit wegen des stärker werdenden feindlichen Feuers, besonders aber wegen gänzlicher Erschöpfung der Mannschaften und der Offiziere, welche zum Theil seit 36 Stunden sich in Thätigkeit befanden, unterbrochen werden. Um für die Dauer des Tages eine einigermaßen gedeckte Verbindung mit der Lünette 52 herzustellen, wurden 4 Nachen zu 2 Maschinen für je 12 bis 15 Mann verbunden, welche an Tauen längs der dem Feinde abgewendeten Seite der Brücke hin und her gezogen wurden. Die Brücke und das über den Rand derselben herabhängende Stroh deckte die in den Maschinen sitzenden Mannschaften fast völlig gegen feindliche Einsicht.

Während des 22. Septembers blieben 1 Off. und 50 Mann der Kompagnie als Brückenwache zurück, um die Maschinen zu bedienen und etwaige Reparaturen an der Brücke vorzunehmen. Letztere wurde am Morgen dieses Tages durch eine Bombe getroffen,

Digitized by Google

welche jedoch nur einen Balken und mehre Bretter zerschmetterte, deren Auswechslung erfolgte. Bis zum Anbruch des Abends wurden ferner durch Infanteriehülfsarbeiter sämmtliche Materialien für den Bau der zweiten Brücke mit dem schußfesten Schirm aus der dritten Parallele, resp. aus dem linken Flügeldepot in das Couronnement und in die Halbparallele geschafft. Abends 7 Uhr traten die disponibeln Mannschaften der Kompagnie im Couronnement zum Bau des schußfesten Schirms an. Wegen der stattfindenden Ablösung der Arbeiter und Wachen in der Lünette 52, sowie wegen des Material-Transports für die daselbst beabsichtigten Sappen-Arbeiten konnte mit den Einleitungen zum Bau erst gegen 10 Uhr begonnen werden, als der Feind aus einigen neuen Mörseraufstellungen die Uebergangsstelle außerordentlich heftig zu bewerfen anfing. In kurzer Zeit war die Schanzkorbblendung links vom Eingang der Descente zerstört, der Bretterschirm umgestürzt, die Brücke zweimal getroffen, die Communication im Couronnement durch eingeworfene Brustwehren gehindert und theils der Deckung beraubt und endlich ein erheblicher Theil des dort gelagerten Materials zerschmettert. Insbesondere wurden acht übereinander liegende Rahmen durch eine Bombe zertrümmert und durch Sprengstücke einige Fässer eingeschlagen.

Nachdem die Angriffs-Artillerie das feindliche Wurffeuer einigermaßen gedämpft hatte, begann die Kompagnie mit dem Aufräumen des Couronnements, der Wiederherstellung der Schanzkorbblendung und der Reparatur der Brücke, für welche der theilweise Ausbau derselben erforderlich war. Durch angestrengtes Arbeiten wurde es erreicht, daß das Couronnement und die Brücke zur Zeit der Arbeiter-Ablösung um 2 Uhr Morgens des 23. September vollkommen passirbar war. Die für den schußfesten Schirm bestimmten schwimmenden Unterlagen waren jedoch theils zerstört, theils behufs Reparatur in die Brücke eingebaut. Es blieb daher nur übrig, am 23. September, Morgens gegen 4 Uhr noch einmal mit der Aufstellung des in der vorhergehenden Nacht vorbereiteten Bretterschirms zu beginnen. Nachdem 108 laufende Fuß desselben hergestellt waren, wurde auch hiervon ein Theil durch einen Bombenschlag umgeworfen, so daß sich die Brücke am 23. September bei Tagesanbruch in demselben ungedeckten Zustand, wie am 22. befand. Auch während des Tages wurde die Brücke noch mehrfach

Digitized by Google

getroffen, doch gelang es der Brückenwache sie immer wieder passirbar zu machen.

Der Ingenieur en chef befahl nun, daß in der Nacht vom 23. zum 24. Septbr. auf der Brücke eine Blendung aus Schanzkörben so aufgestellt werden solle, daß neben derselben noch eine schmale Communication verbleibe. Unter dem Schutz dieser Blendung sollte die Brücke verbreitert, resp. ein Damm geschüttet werden.

Zu dem Zweck wurde die Brückendecke durch zwei Lagen vierzölliger Bohlen erhöht und verstärkt, hierauf in der in Fig. 8 skizzirten Weise zwei Reihen Sappenkörbe aufgestellt, mit Sandsäcken gefüllt und festgestellt. Auf diese Körbe wurde eine dritte Korbreihe gestellt, die aber vorläufig noch ungefüllt blieb. Die auf der rechten Seite der Brücke befindlichen Fässer wurden angebohrt, um durch Einlassen von Wasser die Lage der Brückendecke zu reguliren, welche sich in Folge der einseitigen Belastung nach links neigte. Durch die Senkung der Brücke stießen die Fässer, soweit sie nicht über der Rünette lagen, bald auf den Grund und bildeten hierdurch ein festes Unterlager für die noch zu verstärkende Brustwehr. In der Breite der Rünette konnte jedoch wegen des begrenzten Tragvermögens der Tonnen nur ein leichter Schirm aus Schanzkörben, Brettern, Faschinen ꝛc. gegen feindliche Einsicht hergestellt werden. Diese Arbeit war am 24. September Morgens soweit vollendet, daß überall auf der Brücke einige Deckung vorhanden war, unter deren Schutz an diesem Tage mit dem Bau eines Dammes durch Tranchee-Arbeiter begonnen wurde. In der Nacht vom 24. zum 25. September wurde die Brustwehr verstärkt, so daß dieselbe, da nunmehr der Damm beiderseits bis etwa zur Rünette passirbar war, fast die ganze Breite der Brücke einnahm. Nachdem die Dammschüttung vollendet, wurde in der Nacht vom 25. zum 26. September die Brustwehr in der Breite der Rünette auf den Damm selbst aufgesetzt und an die beiderseits schon vorhandenen Stücke angeschlossen. Somit war denn an Stelle der gebrechlichen Brücke ein fester, gegen feindliches Feuer gesicherter Uebergang getreten.

Der Bau der Tonnenbrücke ermöglichte eine frühzeitige Besitznahme der vom Feinde kurz vorher verlassenen Lünette und das

Digitized by Google

sofortige Verbauen in diesem Werk; es ist in Folge des Verhaltens des Vertheidigers sogar durchführbar gewesen, über diese einzige und leicht zerstörbare Communication hinweg, den regelmäßigen Angriff ohne Unterbrechung gegen die Festung weiter vorzutreiben. Dieser rasche Uebergang über den breiten Wassergraben mag auch dazu beigetragen haben, das Vertrauen des Vertheidigers in den durch die Inundation und die Wassergräben gewährten Schutz zu erschüttern. Auch war es ermöglicht, trotz feindlichen Feuers und der dadurch veranlaßten mehrfachen Beschädigungen der Brücke, die Communication immer wieder gangbar zu machen und trotz der mangelhaften, theils sogar gänzlich mangelnden Deckung haben die häufig dicht gedrängt passirenden Mannschaften starke Verluste auf der Brücke nicht erlitten.

Anderseits läßt sich nicht verkennen, daß bei einem mehr energischen Verhalten des Feindes die leicht zerstörbare Brücke hier auf die Dauer nicht genügen konnte. Auch zeigten die häufigen Beschädigungen der Brücke, welche mehrfach ganz bedeutende Reparaturbauten erforderlich machten (— wie theilweisen Ausbau, Auswechseln von Tonnen) daß eine Wiederherstellung des projektirten und nicht zur Ausführung gekommenen schußfesten Schirmes auf schwimmenden Unterlagen nach ähnlichen Beschädigungen unausführbar gewesen sein würde.

Zieht man hieneben den bedeutenden Aufwand an Zeit und Arbeit in Betracht, den die Vorbereitung und Unterhaltung einer solchen Brücke und event. eines schußfesten Schirmes für dieselbe, dessen Dauer eine sehr ungewisse ist, erfordern, so dürfte der Schluß gerechtfertigt sein, daß ähnliche Ueberbrückungen nasser Festungsgräben wohl für die schnelle Besetzung oder unerwartete Wegnahme feindlicher Werke vorzügliche Dienste leisten können, daß jedoch für das weitere Fortschreiten des regelmäßigen Angriffs gleichzeitig mit dem Bau der Brücke, resp. unmittelbar nach Bewerkstelligung des Ueberganges eine Dammschüttung zu beginnen sein wird, deren rasche Vollendung durch das Vorhandensein der Brücke wesentlich begünstigt ist.

Digitized by Google

II.

Die Panzerflotte.

Aufsatz der „Revue maritime et coloniale“ von P. Dislére.

Kapitel I.

Geschichte der ersten Panzerversuche bis zum Bau der Gloire (1858). Schwimmende Batterien in Art der Devastation. — Bombardement von Kinburn.

Der Gedanke, die Wände der Schiffe mit einem Panzer zu bekleiden, um sie gegen die Angriffe der Artillerie zu decken und ihnen dadurch eine Widerstandsfähigkeit zu geben, die sonst den Wänden nicht eigen, ist beinahe so alt, als die ersten Seekämpfe. Seit die Normannen auf dem ganzen Bord der Schiffe Schilde aufstellten, um durch sie die Ruderknechte und Kämpfer zu schützen, bis auf den Rearsage, der sich mit Ketten behing, ehe er sich in den Kampf mit der Alabama einließ, seit den Blei gedeckten Karaken der Ritter St. Johanns von Jerusalem bis zu den Batterien von Kinburn und der Gloire, haben alle Nationen gesucht, durch mehr oder minder vollkommene Vorrichtungen sich Mittel zu verschaffen, den Schiffen eine vergleichsweise Undurchdringlichkeit und ihrer Besatzung einen möglichst großen Schutz zu geben. Der Rahmen dieser Schrift, in der wir uns vorgenommen haben, besonders vom wissenschaftlichen und seemännischen Standpunkt aus, die verschiedenen Arten von Panzerschiffen zu beschreiben, ihre Eigenschaften und Fehler zu untersuchen und zu besprechen, gestattete uns nicht, auf die historischen und archäologischen Fragen, die sich an diese Verkleidungen anschließen, einzugehen. Indessen kann man einige Thatsachen nicht mit Stillschweigen übergehen, die die ersten in dieser Richtung gethanen Schritte angeben, an deren Grenze man jetzt angekommen zu sein scheint.

Digitized by Google

Die ersten Bekleidungsversuche, denen wir in der Geschichte der Marine begegnen, sind die Eisengürtel, mit denen die Normannen ihre Schiffe im 12. Jahrhundert umgaben. Dieser Gürtel war nach Strutt eine Art Eisenpanzer, der ungefähr in der Höhe der Wasserlinie anfing und vorn in einen Sporn endete. Ein andermal war es eine wirkliche Bekleidung mit Eisen oder Erz. Außerdem belehrt uns Winehalf in seinem „Richardis regis iter" daß man, um die auf dem oberen Deck befindlichen Leute zu schützen, ringsum das Schiff Schilde, die übereinander griffen, aufgestellt habe. Diese Verwendung der Schilde haben die Tapeten von Bayeux dem Andenken erhalten. Man nannte sie später Schanzkleid (pavisade) und als man auf den Gebrauch der Schilde im Kriege verzichtete, wurde daraus die Verschanzung.

Im Jahre 1354 befahl eine Verordnung Peters von Aragonien, die Schiffe mit Kupfer zu bekleiden. Man hoffte wahrscheinlich, sie auf diese Weise vor der Gefahr der Brandstoffe, deren Anwendung zu dieser Zeit sehr gebräuchlich war, zu schützen.

Zur Zeit der großen von Karl V. gegen Tunis im Jahre 1530 organisirten Expedition, enthielt das von Andreas Doria kommandirte Geschwader eine von den Rittern St. Johanns von Jerusalem ausgerüstete mit Blei bekleidete Karake. Diese Karake die St. Anna, in Nizza gebaut, hatte großen Antheil an dem Erfolg des Geschwaders; ihr Bleipanzer gab ihr Schutz gegen alle Brandgeschosse.

In der Schlacht von Lepanto 1571 hatten die katholischen Schiffe ein wenig hinter dem Vorderkastell mittelst quergelegter Stangen, zwischen denen Segel, altes Tauwerk und Matratzen aufgestapelt wurden, eine Art Verschanzung hergestellt. (Geschichte der Schlacht von Lepanto von Pietro Kontarini.) Das sind genau dieselben Vorrichtungen, die man 250 Jahre später während des Feldlagers von Boulogne auf den dortigen Prahmen in Anwendung brachte und in unseren Tagen während des Sklavenkrieges auf den amerikanischen Küstenschiffen wiederholte.

Schwimmende Batterien des Ritters d'Arcon. Zwei Jahrhunderte lang finden wir durchaus keinen Versuch, Schiffe gegen das Artilleriefeuer zu schützen. Ein Franzose, der Ritter d'Arcon, versuchte zuerst, um Landbefestigungen anzugreifen, dies Vertheidigungsmittel, das man ganz aus dem Gesicht verloren zu haben schien, in Wirklichkeit zu verwenden.

Digitized by Google

Nach einer länger als zwei Jahre erfolglosen Belagerung der Festung Gibraltar, beschloß die französische und spanische Regierung im Jahre 1782, eine letzte Anstrengung zu versuchen. Alle persönlichen und materiellen Kräfte wurden zu diesem letzten Versuch vereinigt. Hier erhielten die Panzerschiffe die Feuertaufe. Der Ritter d'Arcon gab den Plan für die Konstruktion von schwimmenden Batterien von ungemeiner Widerstandsfähigkeit an. Sie wurden mit einem starken dachförmigen Deck zum Schutz gegen Bomben versehen; auf der einen Seite erhielten sie eine Bekleidung von 1,80 M. Stärke aus verbundenen Balken von hartem Holz, die durch Eisenstangen, Korkholz und Kupfer verstärkt wurde. Diese Bekleidung mußte fortwährend naß gehalten werden, das Wasser sollte zwischen ihren Theilen und dem Bord cirkuliren und alte Segel, schwammartig zwischen den Bordwänden verwendet, das Ablaufen des Wassers nach Außen verhindern.*)

Am 13. September 1782 legten sich die zehn schwimmenden Batterien auf geringe Schußweite vor den Forts von Gibraltar vor Anker und eröffneten ihr Feuer aus 212 schweren Geschützen. Anfangs schienen sie allen Geschossen Trotz zu bieten; aber als sie mit glühenden Kugeln beschossen wurden, zeigten sich überall Brandausbrüche und am Abend standen die zehn Batterien, denen die Flotte ihre Unterstützung nicht angedeihen lassen konnte, in Brand. Fünf von ihnen flogen in die Luft, die andern fünf brannten bis auf den Wasserspiegel herunter. Der erste Versuch mit gedeckten Batterien hatte einen Mißerfolg, an dem besonders die für den Ankergrund der Batterien gegebenen schlechten Anordnungen des spanischen Admiral Moreno Schuld waren. Die Wassercirculation

*) Herr de Verdun schlug in einem an den Ritter d'Arcon gerichteten Brief diesem vor: eiserne Roste von ungefähr einem Quadratzoll Stärke auf den Wänden zu befestigen. Arcon, der für seine Bekleidungen nur über ein sehr geringes Gewicht verfügte, konnte diesem Rath nicht folgen, aber er sieht in seiner Denkschrift vollständig den Vortheil voraus, der aus der Anwendung des Eisens sich ergeben könnte: „Es würde wirklich vortheilhaft sein, starke Eisenplatten zu verwenden, um damit, ohne etwas Anderes, als die Holzstärke zu vermindern; die Außenseiten der gezimmerten Vorrichtungen einzufassen .... Der Widerstand dieser durch die Massen harten Holzes verstärkten Platten würde (mit Hülfe der Neigung der Wände) hinreichen, das Eindringen der Geschosse in das Holz zu verhindern." (Memoires d'Arcon 1785.)

Digitized by Google

von der man sich viel versprach, konnte nicht stattfinden, weil die Schiffe nicht völlig vollendet waren.

Schwimmende amerikanische Batterie der Demologos (Fulton I.) — Im Jahre 1814 gegen das Ende des Krieges zwischen den Vereinigten Staaten und England, als die Amerikaner keine ausreichende Marine hatten, um auf dem Meere kämpfen zu können, mußten sie an die bereitesten Mittel denken, ihre Küsten gegen die Angriffe ihrer Feinde sicher zu stellen. Sie hatten wohl Schiffe und Fregatten auf den Werften liegen, aber sie wollten diese kostbaren Gebäude nicht durch eine übertriebene Schnelligkeit ihres Baues einer baldigen Abnutzung aussetzen. Obendrein würde dies bei dem Mangel an geschickten Zimmerleuten nur eine unsichere Hülfe gewesen sein.

Die durch die ersten Dampfschiffe erreichten Erfolge richteten die Aufmerksamkeit nach dieser Seite, und Fulton schlug vor, eine schwimmende Batterie zu bauen, deren Wände Schutz gegen das Feuer der schwersten Kaliber böten und die unter Dampf 4—5 Knoten zurücklegen könnte. Dieser Vorschlag wurde, wie immer in Amerika, mit Enthusiasmus aufgenommen. Die Hoffnung, die Blockade des Hudson und des Chesapeake aufgehoben zu sehen, kehrte zurück nnd man fing augenblicklich mit dem Bau des Schiffes an. Angefangen im Monat Juni lief es im Oktober vom Stapel; aber die Maschine war nicht fertig und das Schiff konnte erst im Monat September 1815 in die Linie eintreten. Zu dieser Zeit war der Frieden geschlossen und der Demologos (der nach dem Tode Fulton's den Namen dieses großen Ingenieurs erhielt) konnte nicht vor dem Feinde versucht werden.

Diese Batterie von 40,60 M. Länge bestand aus zwei an einander gekoppelten Schiffen, die durch einen 4,60 M. breiten Kanal getrennt waren, in dem sich ein Schaufelrad bewegte. Der Schutz der Wasserlinie und der Batterie war durch Holzwände gesichert, die in der Stärke von 1,5 M. bis ungefähr 1 M. unter den Wasserspiegel reichten; die Armirung bestand aus 30—32pfdgen Kanonen. Das gelehrte Werk des Herrn Ingenieur Marestier über die amerikanische Marine (II. Th. 1821) giebt zahlreiche Nachrichten über das Schiff und die Maschine. Dieses Werk ist besonders durch die Einzelheiten, die es über die ersten Versuche der Dampfschifffahrt liefert, äußerst werthvoll, und theilt mit, daß der Fulton auf einer Hin-

Digitized by Google

und Herfahrt zwischen New-York und der Hudsonmündung eine Schnelligkeit von 5,10 Knoten im Maximo erreichte.

Fulton II. (1838). Durch einen Zufall flog der Fulton I. 1829 in die Luft. Die Amerikaner brachten den Typus wieder hervor und änderten ihn nur so weit als nöthig war, ihm eine größere Geschwindigkeit zu geben. Der Fulton II. wurde zu dieser Zeit konstruirt und war ein wirkliches Dampfschiff mit Seitenrädern; mit einer vergleichsweise sehr starken Maschine ausgerüstet erreichte er eine ziemlich beträchtliche Geschwindigkeit. Wir haben keine genauen Nachrichten über diese Batterie erhalten können; es scheint nach dem Bericht des Herrn Ingenieur Pastoureau (1857), daß man zu dieser Zeit ihn zu bekleiden versucht hatte und ihn zu demselben Dienst, wie die übrigen Küstenschiffe verwendete.*)

In einer 1826 zu Paris veröffentlichten Broschüre schlug ein Anonymus, der Marquis D. G. F. gleichzeitig mit dem piston à reaction vor, große Fregatten aus Eisen zu bauen, deren Wände so stark wären, daß ein Geschütz sie nicht durchschlagen könnte. „Wenn der Feind den Gebrauch der Bombenkanonen, Geschosse Paixhans, angenommen haben wird, sagt er, werden Holzschiffe nicht mehr zur Kriegführung dienen können.“ Es war dies eine richtige Idee, aber einzig eine Idee, ohne Angabe irgend eines Mittels sie ausführen zu können und es ist nothwendig zu bemerken, daß in der Panzerfrage es schwieriger als vielleicht in irgend einer anderen ist, den Erfinder anzugeben; die Idee in ihr, wie in so vielen Anderen war öffentliches Eigenthum. Der Erfinder oder vielmehr die Erfinder sind die Leute, die ihr zuerst eine genaue und ausführbare Form gaben.

Im Jahre 1829 schlug der Admiral Missiessy in seinen Bemerkungen über das Material und das Personal der Marine vor, in die Zusammensetzung der Flotte drei gepanzerte Prahme einzuführen; wir haben über die so definirten Schiffe keine Details auffinden können.

Die Versuche von Metz und Gavres (1834). Vorschläge des General Paixhans. Die bei Verwendung des Artilleriesystems des General Paixhans erhaltenen bemerkenswerthen Resultate richteten in Frankreich aufs Neue die Aufmerk-

*) Es scheint nach den Angaben dieses Rapportes, daß der Fulton II. eine zweite Verkleidung aus Eisen über seinen Wänden erhalten hatte.

Digitized by Google

samkeit auf die Vertheidigungsmittel, gleichviel ob Landbatterien oder Schiffswände, gegen die Zerstörungskraft der Artillerie. In Metz und Gavres wurden Versuche angestellt, um die durchschnittliche Widerstandsfähigkeit einzelner Mittel, Mauerwerke, Erde, Holz u. s. w. festzustellen. In Folge dieser Versuche schlug General Paixhans vor, die Kriegsschiffe mit Eisen zu bekleiden. Aber diese Vorschläge wurden wahrscheinlich aus den Gründen, die wir in den Berathungen des Conseil des travaux dela marine angeführt finden, zurückgewiesen (1841). Bei Gelegenheit einer Erfindung des Artillerie-Kapitäns Grenier, stellte das Conseil fest, daß das Projekt, die Schiffe mit Eisenpanzern zu bekleiden, nicht neu sei, daß es wiederholt dem Marine-Departement zugegangen und daß es stets zurückgewiesen worden sei, wegen des großen Gewichts, das man den Wänden, wenn sie widerstandsfähig sein sollten, geben müßte.

Nach den vom Admiral Fishbourne im „Royal United service institution" gegebenen Nachweisungen hat im Jahre 1835 ein englischer Ingenieur, Herr John Podd Drake vorgeschlagen, die Dampfschiffe mit Platten von 115 Mm. Stärke zu bekleiden. 1841 reichte derselbe Ingenieur die Idee der Panzerschiffe ein.

Amerikanische und englische Versuche über den Widerstand von Eisenwänden (1842.) Vorschlag der Batterie Stevens. — Ein amerikanischer Ingenieur Robert L. Stevens schlug 1842 der Regierung der Vereinigten Staaten vor, mit Eisen bekleidete Batterien zu bauen, die dazu bestimmt wären, die Handelshäfen und deren Reichthümer gegen die Möglichkeit eines Bombardements sicher zu stellen. Nachdem die amerikanische Regierung diese Idee im Princip angenommen hatte, beschloß sie, um die besten Einrichtungen für die Wände bestimmen zu können, in dieser Richtung Versuche anzustellen. Diese Versuche zeigten, daß eine Eisenwand von 115 Mm. Stärke hinreichte, um den damals gebräuchlichen Geschossen genügend zu widerstehen. Der Bau der Batterie wurde beschlossen, aber erst im Jahre 1854, also zu derselben Zeit, als man die französischen Schiffe zu bauen anfing.

Das Gerücht dieser Versuche gelangte nach England und die Admiralität beschloß, besonders zu dem Zweck Schutzmittel für die Kessel der Dampfschiffe zu finden, sie auch ihrerseits wiederaufzunehmen. Man versuchte zu Woolwich eine Scheibe, die aus 14

Digitized by Google

vernieteten Eisenblechen bestand, eine Gesammtstärke von 152 Mm. hatte und auf einer Hinterlage von 0,60 M. Eichenholz haftete. Man schoß gegen sie aus achtzölligen und 32pfdgen Kanonen 22 Geschosse auf 360 M. Acht zerbrachen den Panzer vollständig, aber keins konnte die Wand durchdringen; diese wurde indessen völlig vom Innern abgelöst.

Versuche zu Gavres (1843—1845). — In Frankreich wurden die Versuche mit den verschiedenen Widerstandsmitteln 1843 wieder aufgenommen und so geführt, daß sie genaue Ergebnisse über das Verfahren lieferten, das man zum Schutz der Schiffe und ihrer Maschinen anwenden mußte. Nach zahlreichen Versuchen über den Schutz, den die Kohlenkammern zur Seite des Kessels gegen Geschosse böten, untersuchte die Kommission zu Gavres den Widerstand von Eisenblechen. Man versuchte Wände, die denen der eisernen Schiffe ähnlich waren, (Bleche von 12 bis 15 Mm.), darauf Wände, die aus übereinander gelegten aber nicht vernieteten Eisenblechen bestanden. Man stellte fest, daß 12 Bleche von 12 Mm. eine 30pfdge Kugel von 450 M. Endgeschwindigkeit aufhielten, und daß 9 Bleche derselben Stärke von einem Geschoß mit 378 M. Endgeschwindigkeit durchschlagen würden.

Im Jahre 1844 wurden auf Veranlassung des Prinzen von Joinville die Versuche zu Gavres wieder aufgenommen. Sie erstreckten sich damals auf 9 Scheiben, die verschiedene Wandsysteme und Schutzarten repräsentirten. Wir führen nur die auf Eisenbekleidung bezüglichen an. Man stellte fest, daß auseinander gestellte Bleche weniger Widerstand böten als übereinandergelegte und daß man von einer Anfüllung mit Kohlen nur sehr schlechte Resultate erhielt. Man beschoß unter Anderen auch eine Scheibe, die aus 3 Wänden bestand, deren 0,62 M. große Zwischenräume mit eingeschütteter kleiner Kohle gefüllt waren. Die erste Wand bestand aus einem 12 Mm. starken Eisenblech, die zweite aus 4 vereinigten 12 Mm. starken Eisenblechen, die dritte war eine 0,60 M. starke Eisenwand. Diese Scheibe hielt alle Geschosse, voll oder hohl auf. Außerdem konstatirte die Kommission, daß die Umstände, unter denen das Schießen stattfand, (das 30pfdge Geschütz war auf 10 M. von der Scheibe aufgestellt und die Schüsse wurden reglementsmäßig abgegeben), keineswegs den Umständen, unter denen gewöhnlich ein Kampf stattfände, entsprächen; daß also die

Digitized by Google

Widerstandsfähigkeit einer auf diese Weise bestimmten Wand wahrscheinlich verringert werden könnte.

Projekt der Panzerfregatte des Herrn Dupuy-de-Lôme (1845). — Diese Versuche beschleunigten den Tag, wo die aller Orten verbreitete Idee sich verkörpern mußte und sich unter der Form eines zu verwirklichenden Vorschlags ausdrücken ließ.

Der erste Vorschlag stammt aus dem Jahre 1845. Er hat denselben Urheber, dessen Name sich auch später mit dem Bau der ersten Panzerfregatte verknüpfte, aber es ist ein großer Unterschied zwischen der „Gloire" und der im Jahre 1845 projektirten Fregatte. Dieser kann nur als ein einzelstehender Versuch betrachtet werden, der nur indirekt mit dem, was später Panzerflotte werden sollte, in Verbindung steht.

Der Beweggrund, den das Werk des Herrn Dupuy de Lôme für die Nothwendigkeit angiebt, unsere Schiffe mit einem Panzer zu umgeben, ist der, daß es unmöglich ist, eine Maschine, die kräftig genug ist, um den Kriegsschiffen die für sie erforderliche Schnelligkeit geben zu können, dadurch zu schützen, daß man sie unter den Wasserspiegel legt. „Die Segel dürfen nur noch ein Hülfsmotor sein (es wurde dies 1845 geschrieben) . . . Es ist erforderlich, den Schiffen die mächtigsten Dampfmaschinen zu geben, um so den anderen nothwendigen Bedingungen des Vorschlags zu genügen . . . . Man ist darauf angewiesen, eine ausreichendere Sicherheit gegen die feindlichen Geschosse zu suchen, indem man die Maschinen durch undurchdringliche Wände schützt." Er verwirft das Princip der Holzwände, weil sie auf keine Weise diese Bedingung erfüllen können. Da er glaubt, daß der seit kurzer Zeit in Frankreich eingeführte Eisenbau erlauben würde, oder daß man es wenigstens hoffen dürfte, den Bruch des Panzergewichts von 42 pCt. auf 23 pCt. zurückzuführen, so schlägt Herr Dupuy de Lôme vor, das ganze verfügbare Gewicht zur Bekleidung eines Schiffes mit übereinander gelegten Eisenblechen zu verwenden. Er zeigt, daß wenn dasselbe dies ganze Gewicht auf einem Gürtel von 2,40 M. trägt, man einen Panzer von 166 Mm. erhalten könnte, der, in Verbindung mit dem Bordblech der Wand eine Totalstärke von 177 Mm. geben würde. Eine solche Wand würde mehr als genügend sein, „nicht allein alle Hohlgeschosse sondern auch alle gußeisernen Vollgeschosse der schwersten Kaliber zerschellen zu lassen. An einer anderen Stelle meint Herr Dupuy

Digitized by Google

de Löme, daß man diese größer als nothwendige Stärke verringern könne „und den Schutz auf andere Stellen als die Wasserlinie ausdehnen könne, z. B. auf einen Theil oder die ganze Ausdehnung der Batterie . . . . So konstruirte Dampfschiffe werden selbst bei einer geringen Anzahl, aber schwerer Geschütze, hinter ihren undurchdringlichen Wänden, im Stande sein, jedes Holzschiff zu zerstören und jede Passage, selbst bei der bestmöglichen Vertheidigung durch Landbatterien, zu forciren.“ Wir haben geglaubt, die Schrift zur Begründung des Vorschlages fast wörtlich anführen zu müssen. Augenscheinlich war der erste Anhalt gegeben, und wir können nur bedauern, daß eine so deutlich gestellte Frage während eines Dutzend Jahre von Allen verlassen wurde, selbst, wie es wenigstens den Anschein hatte, von ihrem Urheber.*)

Die Denkschrift des Herrn Dupuy de Löme forderte Vorversuche über die Widerstandsfähigkeit von vollen Panzern. Da man in Gavres analoge Versuche aber mit nicht vernieteten Blechen angestellt hatte, und dabei zu diesem System der Bekleidung wenig günstigen Resultaten gelangt war, wurden seine Vorschläge zurückgewiesen. Die Idee der Panzerschiffe wurde vertagt und erst zehn Jahre später finden wir diesen Gedanken viel annehmbarer wieder, obgleich keine neuen Bedingungen hinzugetreten waren.

Indessen waren die Versuche über die Widerstandsfähigkeit der Wände nicht unterbrochen worden. 1846 nahm die englische Admiralität die Schießversuche gegen Wände aus zusammengenieteten Blechen wieder auf. Man schoß aus 32 pfdgen Kanonen auf 180 M. und nähere Distancen. Die Resultate waren den Wänden sehr wenig günstig und man verzichtete in England darauf, beim Bau von Kriegsschiffen auf der Verwendung von Eisen zu beharren.

Vorschlag zu einer Schraubenpanzerbatterie von Herrn Gervaize (1847). Zu dieser Zeit beschäftigten sich in

*) Die von Herrn Dupuy de Löme vorgeschlagene Fregatte sollte eine Länge von 68,30 M. haben, einen Tiefgang von 5,90 M. und 2366 Tonnen Inhalt. Der Panzer sollte aus 6—15 Mm. starken vernieteten Eisenblechen bestehen und direkt völlig auf den Rippen ruhen. Diese sollten im Inneren durch 30 Cm. von einander entfernte Gürtel verstärkt werden. Die Maschinen von 600 Pferdekraft sollte der Fregatte eine Geschwindigkeit von 11 Knoten geben.

Digitized by Google

Frankreich die Offiziere der verschiedenen Flottencorps lebhaft damit, Mittel aufzufinden, die, wenn auch nicht den Geschwaderschiffen, so doch denen, die gegen Landbatterien zu kämpfen hatten, wirklichen Schutz geben würden. Unter den Vorschlägen, die gemacht wurden, zeichnete sich besonders der von Gervaize durch seine Wichtigkeit und den Zeitpunkt, zu welchem er eingereicht wurde, aus.

Bei Beantwortung einer ministeriellen Depesche vom 9. December 1846, die sich mit der Untersuchung des Vorschlags einer schwimmenden Schraubenbatterie für die Küstenvertheidigung beschäftigte, schlug Ingenieur Gervaize ein Schiff, das ganz aus Eisen gebaut wäre, vor. Indem er sich auf die zu Gavres 1843—44—45 unternommenen Versuche stützte, stellte er fest, daß Wände von Blech in Bezug auf den Widerstand gegen Voll- und Hohlgeschosse den Holzwänden bedeutend überlegen seien*): daß in Folge dessen die wahre Kriegsmaschine ein aus Eisenblech gebautes Schiff sei. Die Batterie, die er vorschlug, sollte im Maximo einen Tiefgang von 4,66 M. haben und 30 Geschütze tragen (lange 36 Pfünder und 22 Cm. Nr. 1). Vermöge einer Eisenbekleidung von 154 Mm. (aus 20 Mm. starkem Eisenblech in drei Flächen, die durch 2 Eisen abgetheilt waren), welche vom Deck der Batterie bis auf 1,50 M. unter den Wasserspiegel reichte, sollte die Wand für 36pfdge auf 10 M. mit 1,6 K. abgegebene Schüsse undurchdringlich sein. Die Batterie war gleichfalls bekleidet, aber nur 97 Mm. stark. Die Schnelligkeit sollte bei einer Maschine von 580 Pferdekraft wenigstens 11 Knoten erreichen.

Der Erfinder bezeichnete auch die Möglichkeit, eine Panzer-Batterie wegen ihrer Schnelligkeit und Festigkeit als Widderschiff zu verwenden.

Dieser Vorschlag wurde vom Konseil des travaux sehr günstig beurtheilt, und angeordnet, daß Versuche mit dem vorgeschlagenen Bekleidungssystem vorgenommen würden. Aber während man sich mit dem Versuchsprogramm beschäftigte, änderten sich die Ansichten über den Gebrauch von eisernen Kielen sehr zu Ungunsten derselben. Einerseits zog man ihre Dauerhaftigkeit in Zweifel, anderseits erhoben sich Einwände gegen die Widerstandsvergrößerung des Kiels

*) Wir werden später bei Gelegenheit der Zusammensetzung der Bekleidungswände auf diese Versuche zurückkommen und auf die interessanten Folgerungen, die Herr Gervaize daraus zog.

Digitized by Google

mit großer Lebhaftigkeit.*) Auch verzichtete man darauf, das Bekleidungssystem des Herrn Gervaize zu untersuchen und legte das Projekt seiner Batterie bei Seite.

Versuche von Vincennes (1854). — Die Anwendung von Bekleidungen für die Kriegsschiffe gab unseres Wissens noch während der Jahre 1847 bis 1857 zu keinem interessanten Vorschlag Veranlassung. Zu dieser Zeit hatte der Krieg zwischen England, Frankreich und Rußland sich ganz unerwartet entwickelt. Die Befestigungen der Ostsee entzogen sich den Schlägen der französischen Artillerie und spotteten den Anstrengungen der Flotte. Es war indessen unabweislich einen entscheidenden Schlag zu thun, und in Frankreich wie in England ging man mit großem Eifer an die Konstruktion von schweren Geschützen. Außerdem beschloß man wirkliche schwimmende Panzerbatterien zu bauen. Der Wille des Kaisers brachte das Projekt, das bis zu diesem Zeitpunkte stets mit mehr oder weniger gerechtfertigten Gründen zurückgewiesen worden war, zur Ausführung. Der Ingenieur Guieysse wurde mit der Ausarbeitung der Pläne beauftragt, nachdem er sich über die Grundlage des Vorschlags und die Art des Schutzes, die man für die Wände annehmen wollte mit dem Generalinspekteur des Marinegenie-Korps, Garnier verständigt hatte.

Schwimmende Batterien nach Art der Devastation vom Ingenieur Guieysse. — Zu Vincennes wurden Versuche unternommen, um das Bekleidungssystem zu bestimmen. Man hatte zu dieser Zeit die Nothwendigkeit, die Eisenplatten auf ein elastisches Lager zu bringen, erkannt. Auch ruhten die verschiedenen versuchten Bekleidungsmittel, Platten von besonderer Stärke (100 Mm. und 140 Mm.), übereinandergelegte Eisenbleche, verbunden oder nicht, auf einer 42 Cm. starken Hinterlage von Eichenholz. Die Eisenplatten zeigten sich den übereinander gelegten Eisenblechen weit überlegen. Man stellte fest, daß Platten von 100 Mm. zwar sprängen, aber daß 30pfdge Vollgeschosse, die mit 3 K. Ladung auf 17 M. Entfernung gegen sie verfeuert wurden, sie nicht durchdrangen; das Nämliche fand mit 16 Cm. Hohlgeschossen bei 1,55 K. Ladung statt und ebenfalls mit 22 Cm. Gra-

*) Die Frage der Widder- und Spornschiffe wird für sich behandelt werden.

Digitized by Google

naten bei 2 K. Ladung. Man beschloß daher eine Bekleidung aus 110 Mm. starken Platten anzunehmen.

Der Vorschlag des Ingenieur Guieysse konnte dann schnell ausgearbeitet werden, und am 28. Juli 1854 wurde die Ordre, in den Häfen des Oceans zehn Panzerbatterien zu bauen gegeben; später wurde diese Zahl auf fünf vermindert. Devastation, Tonnante, Lave, Foudroyante und Kongrève.

Diese Batterien hatten beladen auf dem Wasserspiegel eine Länge von 52,35 M. und eine Breite von 13,14 M. Ihr Tiefgang sollte ohne Unterschied 2,65 M. sein; ihre Artillerie war aus 16—50pfdgen Kanonen unter dem Panzer und 2—12pfdgen auf dem Kastel zusammengesetzt. Der 110 Mm. starke Eisenpanzer ruhte auf der 20 Cm. starken eichenen Bordwand. Die Maschine von 225 nominellen Pferdekräften sollte mit 5 Atmosphären Druck arbeiten.

Die Konstruktion der Maschinen und Kessel wurde den Werkstätten von Kreusot anvertraut. Die Herstellung der Platten wurde zwischen den Werkstätten von Kreusot und Rive de Gier getheilt. Diese ersten Versuche, Platten von ziemlich beträchtlicher Stärke herzustellen, geben Veranlassung zu sehr interessanten Nachforschungen und Untersuchungen, auf die wir später bei Gelegenheit zurückkehren werden.

Der Bau der Batterien wurde mit großer Schnelligkeit betrieben. Zuerst wurde die Tonnnante in Brest fertig, (im Monat März 1855), die andern folgten bald.

Schwimmende englische Batterien. — Zu derselben Zeit, wo an die verschiedenen Arsenale der Befehl zum Bau der schwimmenden Batterien im Monat Juli 1854 gegeben wurde, theilte der Marineminister Herr Ducos die Pläne dazu der englischen Admiralität mit, die zum Bombardement der Ostseefestungen einen Theil der Schiffe liefern sollte. Nicht ohne großes Zögern beschloß man auf der anderen Seite des Kanal la Manche, den Bau gleicher Kriegsmaschinen zu unternehmen. Der Eindruck, den die früher in England über die Widerstandsfähigkeit von Eisenwänden angestellten Versuche hinterlassen hatten, (obgleich es schwierig war die Platten unserer Batterien mit den im Jahre 1846 versuchten Eisenblechen zu vergleichen), war derartig, daß der erste Lord der Admiralität, Sir James Graham, lange zögerte, zu dem Bau dieser neuen Klasse von

Digitized by Google

Schiffen zu schreiten. Der Name Eisenwand allein konnte wahrscheinlich zu Interpellationen im Innern des Parlaments führen. Auch wollte die Admiralität auf eigene Rechnung die Versuche, die in Vincennes so vollständig gelungen waren, wiederholen. In Portsmouth fanden die neuen Versuche am 26. September 1854 statt. Die französische Regierung war durch die Herren Garnier und Guieysse vertreten. Man gab auf ungefähr 300 M. aus 32pfdgen Kanonen 13 Schuß auf die mit 114 Mm. starken Eisenplatten bekleidete Wand ab. Die Resultate waren genügend, und führten, wie man beabsichtigt hatte, eine Veränderung der öffentlichen Meinung in England zu Gunsten der Eisenwände herbei. Indessen nahm man den Gedanken, einen Panzer auf die Schiffswände zu legen, nur mit äußerster Reserve auf, und einige Jahre später, als schon die Gloire im Bau begriffen war, erhoben sich bedeutende englische Marineoffiziere gegen das Vorurtheil, dessen Gegenstand die Panzerschiffe waren.

Am 3. Oktober gab die Admiralität Befehl zum Bau von fünf Batterien. Diesmal noch war England über die Annahme der neuen Art getheilter Ansicht.

Batterie von Hoboken. — Wenig früher als zur Zeit, wo man in Frankreich mit dem Bau von schwimmenden Batterien anfing, begann man in Hoboken (New-York) den Bau einer schwimmenden Batterie, deren Plan man 1842 angenommen hatte. Bei einer Totallänge von 128 M., und einem Tiefgang von 6,86 M. sollte dies Schiff durch einen 87 Mm. starken Eisenpanzer, der auf den massiven Holzwänden ruhte, geschützt werden. Ueber dem Wasserspiegel erhob sich mit 60° Steigung eine Kasematte. Der Panzer dieser Kasematte sollte aus 15 Cm. starken Eisenstäben mit 61 Cm. weiten Zwischenräumen gebildet werden, die mit einem Blech von 17,5 Mm. Stärke, einer Holzwand von 68 Cm. und 6 Platten von 20 Mm. Stärke überdeckt waren.*) Der Bau dieser Batterie wurde 5 Monate lang sehr eifrig betrieben, aber zu dieser Zeit hatte man 200,000 Dollars mehr, als die vom Kongreß bewilligten 500,000 Dollars ausgegeben und da noch 500,000 Dollars nöthig waren, um es zu vollenden, so wurde der Weiterbau aufgegeben. Der Kongreß verweigerte ihre Bewilligung

*) Es ist unwichtig, die Unterscheidungspunkte dieser Batterie vom Dunderberg (Rochembeau) anzuführen.

Digitized by Google

selbst während des Sclavenkrieges, als der New-Yorker Handel die Beendigung dieser Batterie verlangte, die wahrscheinlich dazu bestimmt ist, auf ihrem Bauplatz wieder zerstört zu werden.

Kehren wir zu den französischen Batterien zurück. Ihre Armirung und die Montirung ihrer Maschinen war so weit als möglich in Gang gebracht, aber bei dieser ganz neuen Bauart zeigten sich täglich so viel Schwierigkeiten, daß sie nicht so weit vollendet werden konnten, um am Sommerfeldzug in der Ostsee Theil zu nehmen. In den ersten Tagen des August verließen, von Schaufelfregatten geschleppt, Devastation, Tonnante und Lave die Nordhäfen. Sie waren für die im schwarzen Meer unternommenen Operationen bestimmt.

Die durch Versuche festgestellte Geschwindigkeit war sehr gering, kaum 4 Knoten. Offenbar setzten die Formen des Schiffes der Bewegung einen zu großen Widerstand entgegen, außerdem erlaubten sie keine gute Ausnutzung der Schraube. Aber man darf nicht vergessen, daß man sich als Ziel nicht ein Schiff, sondern einzig und allein ein schwimmendes Fort zu bauen, gesetzt hatte.

Die Reise von Frankreich nach dem schwarzen Meere ging ohne große Schwierigkeiten von Statten, indessen waren die Batterien schlecht fortzubewegen, um so mehr, als ihre Schrauben nur eine Geschwindigkeit von 90 Umdrehungen erreichten. Das Rollen war nicht übermäßig, sie wendeten leicht; wenn man den Maschinen 80—100 Umdrehungen gab, drehten die Batterien sich fast um sich selbst. Lave, Tonnante und Devastation erreichten Ende September die Bai von Streleska, und am 7. Oktober gingen sie mit der Flotte von hier ab, um die Befestigungen von Kinburn zu bombardiren. Am 17. Oktober Morgens 8 Uhr legten sich die Batterien unter dem Kommando des Fregattenkapitains de Montaignac (Devastation), de Kornulier-Lucinier (Lave) und Dupré (Tonnante) auf eine Entfernung von 877 M. (Devastation) bis 1150 M. (Tonnante) vor die Festung. Nachdem sie während ihrer Fahrt das feindliche Feuer, ohne es zu erwidern, ausgehalten hatten, unterhielten sie 4 Stunden lang ein regelmäßiges Feuer mit ihrer ganzen Artillerie. Die von den Kanonen der Forts (schwere eiserne 24 Pfünder) geschleuderten Geschosse trafen die Bekleidungswand, ohne bedeutendere als 3 Cm. tiefe Eindrücke zu hinterlassen. Die Batterien erhielten eine große Zahl von Geschossen; (Devastation 29 über der Wasserlinie und 35 aufs Deck,

Digitized by Google

Tonnante 55 Kugeln auf den Panzer, 10 aufs Deck); drei trafen in die Batterie der Devastation und verwundeten resp. tödteten 8 Mann; zwei in die Batterie der Tonnante, wo 9 Mann von den Sprengstücken der Geschosse verletzt wurden. Unsere Batterien verschossen jede im Mittel 1000 Geschosse. Ihr Feuer war von bemerkenswerther Genauigkeit und brachte bald die Geschütze der Forts zum Schweigen. Die Batterien hatten einen unbestrittenen Vortheil gewonnen. Sie bewiesen, daß sie, einmal vor Anker, prächtige Kriegsmaschinen waren und rechtfertigten alle Hoffnungen, die man an diese neue Verkleidungsart geknüpft hatte, vollständig.

Die beiden ersten englischen Batterien kamen erst am 24. Oktober an. Sie unterschieden sich von der Devastation nur durch geringeres Segelwerk. Eine Veränderung an der Schraube hatte übrigens eine geringe Vergrößerung der Schnelligkeit bewirkt.

Die militairische Macht der schwimmenden Panzer-Batterien war also konstatirt; es handelte sich nur noch darum, ihre nautischen Fähigkeiten zu verbessern. Wir werden später die zu diesem Zweck unternommenen Arbeiten zusammenfassen. Aber bevor wir in der Besprechung der in Hinsicht auf diese neue Art, die Schiffe zu schützen, unternommenen Versuche fortfahren, ist es nöthig, auf den Vorschlag des Herrn Gervaize für eine schwimmende Batterie näher einzugehen, den er zur Zeit des Baues der Devastation einreichte. Dies Projekt war dem 1847 eingereichten analog und konnte wegen des zu großen Tiefgangs nicht angenommen werden, und wegen der Zusammensetzung des Panzers, der ohne Rücksicht auf die Versuche von Vincennes konstruirt war. Zu derselben Zeit mit der schwimmenden Batterie schlug Herr Gervaize, den ersten Vorschlag in zwei zerlegend, den Bau eines Widderschiffs vor, auf das wir später zurückkommen werden.

Angesichts der bei dem Bombardement von Kinburn festgestellten Erfolge und da die durch den Krieg in der Krim bedingten außerordentlichen Arbeiten aufhörten, konnte man sich in unseren Häfen mit neuen Vorschlägen beschäftigen. Es herrschte dort in der Marine fast allgemein die Tendenz, die Veränderungen, die die Einführung des Panzers in die Flotte mit sich führte, zu untersuchen. Aufsätze und Vorschläge aller Art wurden an den Minister eingereicht. Es würde unmöglich und wenig vortheilhaft sein, eine vollständige Uebersicht über die Projekte zu geben, die alle zu demselben Schluß gelangten: Die Herrschaft der hölzernen Flotte hat

Digitized by Google

aufgehört, wir müssen um jeden Preis unsere Schiffe panzern. Indessen ist es nöthig, aus dieser ganzen Reihe von Aufsätzen einige anzuführen, um die allgemeinen Gesichtspunkte, die sie für die nächste Zukunft unserer Flotte enthielten, festzustellen. Davon ist besonders der Bericht des Kommandanten d'Harcourt über die schwimmenden Batterien und speziell über die Devastation, die er kommandirte, zu bemerken. Man trifft in diesem Aufsatz viele Gedanken, die wir später verwirklicht sehen: über die allgemeine Einrichtung und Anordnung des Panzers, unter Anderen über den Verschluß der Stückpforten mit einem Eisenmantel, über die Nothwendigkeit eines deckenden Schutzes für das Achterdeck u. s. w.

Der Kommandant Dupré, welcher eine der Batterien im Feuer kommandirte, schlug, indem er dem Feldzuge, den er auf der Tonnante mitgemacht hatte, Rechnung trug, vor, zwei Arten Panzerschiffe zu bauen, Belagerungsschiffe und Kreuzer. Die ersten sollten sich in vieler Hinsicht den Kinburnschen Batterien nähern, aber eine größere Freiheit in den Formen und einen bedeutenderen Tiefgang erhalten. Die Bemastung sollte wegfallen und die Armirung auf 12 gezogene 30Pfünder beschränkt werden (übrigens sollten nach dem ursprünglichen Plane die Schiffe in Art der Devastation dies Ausrüstungssystem erhalten). Die Schiffe der Kreuzerflotte sollten einen schwächeren Panzer erhalten, eine geringe Segelfläche, so daß sie 11 bis 12 Knoten machen könnten. Sie sollten mit 16—22 Cm.-Granatkanonen Nr. 1 nebst 2 Kanonen auf dem Kastel armirt sein. Die in diesem Programm über die beiden Schiffsklassen angegebenen Grundsätze waren sehr wohl zu verwirklichen.

Endlich bewies in einer Denkschrift der damalige Schiffslieutenant Dusentre, die Nothwendigkeit: schwimmende Batterien, die zum Kreuzen bestimmt wären, bauen zu müssen, und Fregatten mit Sporn, bei denen die Batterie und ein Theil des Kiels mit Eisen bekleidet wären.

Vorschläge der Marine-Ingenieure Guesnet, Mariella und de Ferranti über Panzerfregatten (1856). Was in diesem Projekt nur ein Gedanke war, hatte schon Form angenommen, denn seit dem Jahre 1856 waren drei Vorschläge von Guesnet, Mariella und de Ferranti fast zu gleicher Zeit an den Minister gelangt. Sie zeigten auf eine vielleicht unvollständige aber doch genügende Weise die Lösung der

Digitized by Google

Frage über Panzerschiffe von großer Geschwindigkeit. Das eine Werk übrigens, von Marielle, begrenzte völlig die Lösung dieser Frage und gab auf die genaueste Weise die Richtung, die die Marine einschlagen müßte, an. Das erste Projekt (24. Mai 1856), von Guesnet, nahm eine durchweg gleiche Panzerung für die Schiffe an, so daß sie 110 Mm. stark nicht allein die Wasserlinie, sondern auch die ganze Batterie bedeckte, und daß die Artillerie aus 18 16Cm.= gezogenen Kanonen bestände, von denen 16 in der Batterie stehen sollten; außerdem erhielten 8 12pfündige Granatkanonen ihren Platz auf dem Deck. Die Maschine von 600 Pferdekraft mit einem Apparat von Belleville sollte dem Schiff mit Leichtigkeit 12—13 Knoten Geschwindigkeit geben können. Wir bemerken in diesem Projekt die Annahme von spitzen Formen am Hintertheil mit Rücksicht auf die zusammengesetzten Formen der Panzerplatten. Um nicht die Aufmerksamkeit der fremden Mächte auf diese neuen Kriegsmaschinen zu richten, schlug Guesnet vor, sie wie gewöhnliche Fregatten zu bauen (selbst wenn man vorübergehend die Formen des Hintertheils ändern müßte), sie nicht ganz zu vollenden und sie dann bis zum Krieg liegen zu lassen, so daß die Beendigung und die Armirung der Schiffe nur 3—4 Monate erfordern würde. Die Ausführung dieses Vorschlags wurde vertagt, einerseits weil sich Zweifel gegen die Schnelligkeit und die Anwendung des Bellevilleschen Apparats erhoben, andererseits weil man durch die Erfahrung nicht über den Werth der vorgeschlagenen Schiffe unterrichtet war.

Vorschlag von Marielle über Panzerschiffe. — Marielle wollte in erster Linie den Nachweis des Prinzips führen, die Panzerflotte sei zunächst dazu bestimmt die Kampfflotte zu bilden; er geht deshalb auf die Untersuchung der Umstände ein, denen die neuen Schiffe Rechnung zu tragen hätten. Dieser Nachweis scheint uns jetzt unnöthig, aber er war es keineswegs im Jahre 1856. Eine gute Anzahl aufgeklärter Leute, selbst solche, die bald darauf an der Umbildung unserer Flotte theilnehmen mußten, nahmen die neuen Grundsätze nur sehr schwer an. Die mit einer verbesserten Maschine versehene Algesiras erschien gewissen Ingenieuren als das Desideratum des Geschwaderschiffs. Wir glauben, daß es nothwendig ist, mehrere Stellen aus der Schrift von Marielle anzuführen, weil sie die Umwandlungsepoche

Digitized by Google

unserer Flotte zu charakterisiren scheinen; durch unser Vorangehen wurde diese Umformung für alle Marinen nothwendig.

„Wenn man Panzerschiffe vorschlägt, so ist dies sicherlich Nichts ganz Neues: die erste Erschaffung derselben, in des Wortes engster Bedeutung, bestand in dem Bau der schwimmenden Batterien im Jahre 1854. Es handelt sich hier nur um einen Schritt weiter in dieser Richtung, indem man der Hauptidee, die bei der Schaffung der Batterien maßgebend war, ihre ganze Ausdehnung giebt.... Es ist wohl sicher, daß viele Leute sich fragen mußten, ob die schwimmenden Batterien nicht wirklich der Ausgangspunkt für die Zukunft der Kriegsmarine seien und ob es nicht möglich sei, noch über diese Batterien hinaus, die unter ganz eigenthümlichen Verhältnissen geschaffen wurden, den Schiffbau zu vervollkommnen und Fregatten oder Schiffe zu bauen, bei denen die Bedingungen einer ähnlichen Unverwundbarkeit vorhanden wären. Es scheint für Niemand, der sich diese Frage stellt, à priori völlig entscheidende Hindernisse zu geben. Es handelt sich hier, um es also noch einmal zu wiederholen, keineswegs um einen Vorschlag, der das Verdienst einer wirklichen Neuheit in Anspruch nehmen könnte; es ist nur der erste Schritt zu Gunsten der Verwirklichung der Gedanken, mit denen man sich jetzt allgemein beschäftigt. Die Frage lautet von jetzt an....."

Wir müssen mit diesen Anführungen aufhören; man müßte die ganze Schrift citiren. Die Fregatte, welche Marielle vorschlug, und bei deren Plänen er die von ihm auseinandergesetzten Prinzipien angewendet hatte, sollte mit 10 22 Cm.-Granatkanonen und 10 gezogenen 16 Cm.-Kanonen armirt sein. Der Panzer sollte bis 1,20 M. unter den Wasserspiegel reichen. Sie sollte 12 Knoten machen können und nur wenig Bemastung tragen. In Wirklichkeit war das Projekt nur eine Nebensache der Schrift. Ihr Hauptziel war eine Untersuchung über die Prinzipienfrage zu veranlassen, welche die Schaffung einer neuen Art Seeschiffe betraf.

Leider wurde daraus Nichts und das Projekt von Marielle, unter den Namen Panzerbatterie klassifizirt, wurde demselben in Folge verschiedener Einwände zurückgegeben. Diese betrafen das Gewicht des Panzers und die Verringerung der Bemastung; die Schnelligkeit von 12 Knoten wurde für nicht ausreichend gehalten u. s. w. Die Prinzipienfrage, in diesem Augenblick das einzig Wichtige des ganzen Vorschlages, blieb unberücksichtigt.

Digitized by Google

Das Projekt von de Ferrati (14. Dezember 1856) unterlag demselben Schicksal. Die von diesem Ingenieur vorgeschlagene Fregatte sollte 12 Cm. an der Wasserlinie und 10 Cm stark in Höhe der Batterie gepanzert und das Hintertheil unbedeckt sein. Auf 6 M. vor dem Hintersteven sollte durch eine zum Kiel senkrechte Wand, die bis zum Achterdeck reichen sollte, eine wasserdichte Abtheilung gebildet werden. Dieser ganze Schiffstheil war den Zerstörungen der feindlichen Artillerie überlassen. Um das Hintertheil nicht durch das bedeutende Gewicht des Panzers zu überlasten, gelangte der Urheber des Vorschlags zu dieser Lösung. Die Artillerie sollte aus 18 50pfündigen Kanonen und 16 22Cm.-Granatkanonen Nr. 1 bestehen. Sämmtliche Geschütze standen in der Batterie. Das Deck des Kastells sollte einen besonderen Schutz erhalten; ein Ergänzungsgewicht von 150 Tonnen war in der Rechnung für die Bekleidung des Decks erübrigt worden.

Dies waren die drei ersten Vorschläge von solide gepanzerten Fregatten mit großer Geschwindigkeit nach dem Prinzip eines auf einem Holzpolster ruhenden Eisenpanzers. In Folge der Prüfung des Berichts durch den Kommandanten Dupré und des Vorschlags des Ingenieurs Guesnet machte das Conséil des travaux de la marine bekannt, daß es Versuche über die für die Panzerschiffe zu wählende Bauart anstellen würde. Es hielt drei Gesichtspunkte fest: die Vertheidigung der Küsten, den Angriff eines feindlichen Platzes und den Bau von Kreuzerfahrzeugen. Eine ministerielle Depesche forderte das Konseil auf, die Grundlage eines Programms für die Versuche festzustellen.

Programm des Conseil des travaux für die Ermittelung der Bauart von Panzerschiffen, Panzerprojekte. — Bei Feststellung des Programms machte das Konseil darauf aufmerksam, daß nach den bis jetzt festgestellten Resultaten die Einführung der Panzerschiffe die Zusammensetzung der Flotte eingreifend verändern würde. Der eigenthümliche Charakter dieser neuen Art Kriegsschiffe, die alle nautischen Eigenschaften und die Schnelligkeit der gewöhnlichen Dampfschiffe in sich vereinigten, sei bis zu einem gewissen Punkt ihre Schußfestigkeit. Von diesem Prinzip ausgehend, setzte das Konseil das Programm der Bedingungen fest, denen die Panzerwände genügen sollten. Die Eröffnung dieser Konkurrenz verzögerte den Bau der ersten Panzer-

Digitized by Google

schiffe gewiß um ein Jahr, da die eingereichten Vorschläge durchaus keine Veränderung der Bauart der Wände erlaubten. Zahlreiche Ingenieure antworteten auf den Ruf, der an sie ergangen war, und das Konseil hatte in der Sitzung am 30. Juni 1857 18 Vorschläge zu beurtheilen. Die meisten zeigten nur Detailveränderungen des Typus der Devastation, einige gaben der Eisenkonstruktion den Vorzug. Aus dieser Zahl wurde das Projekt des Herrn Audenet als das genügendste anerkannt. Das Konseil forderte, daß man Versuche damit anstelle. Dies System fand bald darauf in der Kouronne seine Verwirklichung.

Bau der Gloire. — Zu dieser Zeit hatten die Versuche zu Vincennes, die sich mit dem Widerstand der auf Holzunterlage ruhenden Bekleidungsplatten bezogen, wieder begonnen. Herr Dupuy de Lôme, der vor Kurzem in die Direction du matérial berufen worden war, ging bei Entwurf des Plans einer Panzerfregatte von den Resultaten dieser Versuche aus (November 1857). Er bemühte sich dem Schiff die vortrefflichen nautischen Eigenschaften seiner Dampfschiffe zu erhalten. Es glich der Algésiras, nur ein wenig verfeinert und mit einer Batterie ausgerüstet.

Am 4. März 1858 erhielt man im Hafen von Toulon Befehl zum Bau einer Panzerfregatte. Mit diesem Tage verlassen wir eine Periode des Herumtappens und der Versuche, seit diesem Tage mußten die Holzschiffe aus den Reihen der Kriegsflotte verschwinden und ihre Stelle einer ganz neuen Art von Schiffen einräumen, die, wie man hoffte, für die Geschosse der Artillerie undurchdringlich sein würden, und mit einer Schnelligkeit und nautischen Eigenschaften ausgerüstet waren, die denen der Schiffe, die sie ersetzen sollten, wenigstens ebenbürtig waren. Frankreich hat die Ehre gehabt, auf eigene Hand die langen Untersuchungen, die kostbaren und schwierigen Versuche zu beenden, die zum Bau der ersten Panzerfregatte führten; und die Gloire erhob sich auf den Werften von Toulon, ähnlichen Schiffen fremder Marinen zwei Jahre vorauseilend.

2. Kapitel.

Die Panzerschiffe für die Linie und zum Kreuzen. — Erschaffungsperiode der Panzerflotte. — Der Widder.

Bevor wir die verschiedenen Arten von Panzerschiffen, die in

Digitized by Google

Europa und Amerika gebaut wurden, näher betrachten und die Formen untersuchen, die diese neuen Angriffs- und Vertheidigungsmittel angenommen haben, ist es nothwendig sich einen Augenblick mit diesen Mitteln selbst und zwar speziell mit einem von ihnen, dem Widder, zu beschäftigen. Nachdem man lange Zeit in allen Flotten von seiner Anwendung gänzlich abgekommen war, mußte er durch die neue Umwälzung in allen Seekriegen von hervorragender Bedeutung und eine der stärksten Waffen unserer Flotten werden.

Der Widder im Alterthum und Mittelalter. — Es ist nicht nöthig, um den Zeitpunkt, bis zu dem die Anwendung des Widders an Bord der Schiffe hinaufreicht, festzustellen, auf die Anführungen der Historiker einzugehen. Die antiken Denkmäler haben uns das Andenken an die römischen Schiffsschnäbel erhalten und wenn auch wenig Leute von den gepanzerten Galeeren oder der großen gepanzerten Karake der Johanniter-Ritter gehört hatten, so kennt doch Jedermann das Aussehen der römischen Galeeren und die Schlachten von Salamis und Actium. Zu dieser Zeit bestand der Widder aus einer Erzmasse, die unter der Wasserlinie angebracht war und hatte entweder die Form eines dreiseitigen Degens, einer spitzen Pyramide oder die Form eines Thierkopfs mit spitzer Schnauze. Uebrigens waren es nicht allein die Römer, die den Vortheil dieser Waffe kannten. Schon seit den ersten germanischen Kriegen trugen nach Tacitus die Schiffe der Suionen, die Voreltern der Dänen, an jedem Ende einen Widder; augenscheinlich mußte bei diesen leichten Schiffen, die durch Ruder bewegt wurden und bei denen ein Wechsel der Cours-Richtung außerordentlich leicht war, die Anwendung amphidromischer Formen die besten Resultate geben.

Wir finden den Widder an den Galeeren des Mittelalters wieder, aber er verändert seinen Platz; nach und nach erhebt er sich und nachdem er unter der Wasserlinie angebracht war und in diesem Falle noch eine Verlängerung des Kiels bildete, wird er endlich im dreizehnten Jahrhundert am höchsten Theil des Vorderschiffes befestigt. Wir finden also bei den Schiffen des Alterthums die drei Formen wieder, die der Widder bei unseren jetzigen Flotten angenommen hat: das Verdeck, das in eine scharfe Gräte endigt, die Vordersteven, die eine Ausbauchung an der Wasserlinie zeigen,

Digitized by Google

die des Warrior z. B., endlich die wirklichen Widder unter dem Wasserspiegel, wie sie der Magenta und die Belliqueuse besitzen.

Im zwölften Jahrhundert trugen die Galeeren eine Art dreiseitiger Pyramide aus Eisen, Erz oder Eichenholz, das an den Seiten und der Spitze mit Eisenblechen beschlagen war; dieser Widder, calcar, war nicht mehr der vordere Steven des Schiffes selbst, sondern eine Art horizontaler Waffe, die auf dem Vordersteven angebracht und befestigt war (Winesaalf). Schon zu dieser Zeit wurde der Grundsatz, mit der Spitze zu kämpfen, für nothwendig anerkannt und die bei Belagerung von festen Plätzen verwendeten Galeeren zeigten den mit Artillerie bewaffneten Wällen niemals ihre Breitseite; sie kämpften den Widder gegen die Mauer gewendet. Die Form des Widders in Höhe des Verdecks erhält sich bis zum Anfang des sechszehnten Jahrhunderts; aber schon hatte die Artillerie in den Kämpfen eine hervorragende Bedeutung gewonnen und der Widder wurde als unnütz und hinderlich bei Seite gelassen; im Jahre 1583 war er nur noch ein Schmuck für die Galeeren. (Nicolas Suriano).

Seit dieser Zeit rüsten alle Flotten das Deck ihrer Schiffe mit Artillerie aus und in den großen Schlachten des 17. und 18. Jahrhunderts, in denen wir häufig die französischen, englischen und holländischen Geschwader im Kampfe sehen, ist es nicht mehr der Stoß von dem sie den Erfolg hoffen, sondern das Entern mit der blanken Waffe, ein Kampf, der heute für lange aus den Jahrbüchern der Marine verschwunden zu sein scheint. Jedenfalls müssen wir nach Schottus (Magia universalis) einen zu Rotterdam im Jahre 1653 von einem Franzosen gemachten Versuch erwähnen, der ein Schiff konstruirte, das seiner ganzen Länge nach einen sehr soliden Balken trug, dessen äußerste Vorsprünge mit Eisen bedeckt waren und die Rolle eines Widders spielen sollten. Dieses Schiff sollte bis auf den Wasserspiegel versenkt und durch ein Schaufelrad in Bewegung gesetzt werden. Dieser, besonders vom letzten Gesichtspunkt aus, höchst interessante Versuch glückte, wie es scheint, nicht. Für den Widder war dieser Mißerfolg vorauszusehen. Bei der Wichtigkeit, welche die Artillerie im Augenblick erlangt hatte, bei dem Zuwachs ihrer Macht war man gezwungen so lange auf den Kampf durch den Stoß zu verzichten, als die Schiffe keine beträchtliche Geschwindigkeit gewonnen hatten. Die stets wachsende Stärke der Schiffswände, um sowohl Schutz

Digitized by Google

gegen die Geschosse zu bieten, als auch um die Dauer des Schiffskörpers zu vermehren, dessen Abmessungen täglich wuchsen, verhinderten bei der geringen Geschwindigkeit der Schiffe jede Anwendung des Widders. Früher besaßen die Galeeren, dann die Segelschiffe keine genügende Schnelligkeit, um die unter dem Wasser liegenden Theile ihrer Gegner zu zerstören; außerdem schuf die Schwierigkeit, Segelschiffe in eine bestimmte Richtung zu wenden, der Verwendung des Widders neue Hindernisse. Die Entdeckung der Dampfkraft gab der Offensive diesen seit langer Zeit verlorenen Vortheil wieder. Ein Franzose war es, der zuerst diese Sachlage klar legte und wenn er auch nicht selbst seine Vorschläge verwirklichen konnte, so konnte er doch das Prinzip des Kampfes durch den Stoß, welches er zwanzig Jahre bevor alle Seetaktiker es als Ausgangspunkt annahmen, verkündet hatte, verwirklicht sehen.

Erster Vorschlag des Admiral Labrousse (1840). — Vice-Admiral Labrousse, dessen frühzeitigen Verlust die ganze Marine betrauert, war Schiffs-Lieutenant, als er im Monat Dezember 1840 dem Marine-Minister einen der hervorragendsten Aufsätze über die Verwendung von Kriegsdampfschiffen einreichte. Er setzte vom theoretischen Standpunkt aus die radikale Umänderung, die der Dampf in der Seetaktik hervorbringen würde, auseinander und zeigte mit außerordentlicher Schärfe und Voraussicht die Folgerungen, welche sich daraus ableiten lassen. Er schlug vor, das Vordertheil der Dampfschiffe, sowohl der für die Küstenbewachung als auch der Kriegsschiffe mit einem mit Bronze bekleideten Widder von 2,50 bis 3,00 M. Länge zu versehen, so daß der Widder bis an den Wasserspiegel reichte, wenn der vierte Theil der Kohlen verbraucht wäre. Er sah auch die Rolle, welche eines Tages die Torpedos im Seekriege spielen würden, voraus und plazirte an die Spitze des Widders einen kleinen Konus mit doppelten Wänden, der mit Pulver geladen, dazu bestimmt war, genau im Moment des Anlaufens zu explodiren*). Die lange verzögerten Versuche wurden 1844 in Lorient ausgeführt,

*) Kurze Zeit nach der Einreichung dieses Aufsatzes und bevor in Frankreich die darauf bezüglichen Versuche unternommen wurden, baute man in Amerika ein Widderschiff, doch die erste Idee dazu ging einzig und allein vom Admiral Labrousse aus; Amerika hat nur die Initiative der Ausführung.

Digitized by Google

um die Wirkung des Widderstoßes gegen hölzerne Wände festzustellen. Diese Versuche wurden mit einem kleinen Schiffe von 50 Tonnen gemacht, das mit einem konischen Widder ausgerüstet war und im Allgemeinen eine Geschwindigkeit von 6 M. in der Sekunde besaß. Diese Versuche bewiesen die ganze Zerstörungskraft des Widders, aber der Vorschlag wurde bis zum Jahre 1848 bei Seite gelassen*). Um diese Zeit nahm der Admiral Labrousse seine früher gemachten Vorschläge wieder auf und beantragte die Umformung eines Schiffes zweiten Ranges in ein Widderschiff. Trotz des Interesses, das sich an diesen Gegenstand knüpfte, trotz des Berichts des Herrn Jonquieres, Mitglied des Admiralitätsraths, in dem dieser Offizier alle die Konsequenzen, zu denen die Verwendung dieser neuen Kriegsmaschine führen würde, zeigte, so zwang doch die Finanzlage zur Unterlassung der Versuche, selbst wenn sie in noch so geringem Maßstabe ausgeführt würden**).

Im Jahre 1847 hatte der Ingenieur Gervaize den Vorschlag zu einer Panzer-Batterie gemacht und zu gleicher Zeit

---

*) In seiner Schrift über ein Widderschiff schlug der Admiral Labrousse vor, die Schiffswände dicht über dem Wasser aufhören zu lassen und mit einem dachförmigen Verdeck von 2 M. Höhe zu versehen, das nach Bedürfniß mit 20 Mm. starkem Eisenblech belegt wäre. Vor Allem wünschte er die Anwendung des Widders bei den Kriegsschiffen und schlug deshalb vor, die Fregatten von 450 derart umzuwandeln, daß sie als Widder gebraucht werden könnten, ohne etwas von ihren Eigenschaften zu verlieren. Es ist für diesen Fall nur nöthig, sagt die Denkschrift, die Maschine zu verstärken, obendrein würde man für sie einen Schutz durch die Kohlenkammern besitzen. Was die Schaufelräder betrifft, so könnte man sie, wenn man sie für unentbehrlich hielte, vorn und oben mit zwei Schilden bedecken.

**) Es ist interessant einige wirklich prophetische Stellen dieses Berichts anzuführen: „Durch den Dampf werden die Schiffe sich jedenfalls mit solcher Geschwindigkeit bewegen, daß der direkte Erfolg des Stoßes die Schußwaffen ersetzen kann oder, was mehr ist, durch die Anwendung eines geschickten Manövrirens. ..... Der Widder wird die Schnelligkeit des Schiffes begünstigen ohne die nautischen Eigenschaften desselben zu zerstören ..... Von da an, wo eine Macht diese furchtbare Maschine angenommen hat, müssen auch die anderen aus Besorgniß vor der augenscheinlichen Ueberlegenheit derselben, sie annehmen; die Kämpfe werden zu einem Streit des Widders gegen den Widder werden".

Digitized by Google

auf die Möglichkeit hingewiesen, dieses Schiff als Widder zu gebrauchen; später, 1854, zerlegte er diesen ersten Vorschlag in zwei und schlug eine Panzer-Batterie, von der wir schon gesprochen haben und den Bau eines Widderschiffes vor. Er griff auf eine alte Idee, die früher oder später sehr nützlich verwendet werden konnte, zurück und faßte die Elemente für ein Schiff zusammen, das einzig dazu bestimmt war, durch seine Masse zu wirken. Gepanzert wie die Batterie um gegen Geschosse gesichert zu sein, ausgerüstet mit einer Maschine von 335 Pferdekraft, die ihm eine Geschwindigkeit von wenigstens 11 Knoten geben konnte, mit Kohlen versehen, so daß es 10 Tage allein unter vollem Dampf gehen konnte, war dieses Schiff nach dem Ausdruck des Urhebers dieses Vorschlags selbst ein Geschoß von ungeheuerem Gewicht geworden.

Grundsätze für den Bau von Widderschiffen. — Dieser Gedanke war in einzelnen Theilen auch neu; aber er erschien nicht ausreichend, um eine bestimmte Entscheidung herbeizuführen, obgleich man das lebhafte Verlangen hegte, die Flotte durch diese neue Kriegsmaschine zu vermehren. Der conseil des travaux de la marine hielt es für nothwendig eine Konkurrenz unter den verschiedenen Häfen zu eröffnen und stellte das Programm folgendermaßen fest: „Es ist ein Widderschiff, ohne besondere Bedingungen für die Formen, zu bauen, das bei Solidität des Körpers und der Maschine, des Tonnengehalts und der Geschwindigkeit durch seinen Stoß im Stande ist, feindliche Schiffe zu zerstören, sowie Sperrungen zu durchbrechen".

Hierauf gingen verschiedene Vorschläge ein. Der Ingenieur Sylvestre du Terron reichte den Vorschlag zu einem Kreuzer-Widderschiff von großer Geschwindigkeit ein. Die interessante Eigenthümlichkeit dieser Arbeit ist das damals ganz neue Konstruktions-System, das aus einem Eisengerippe mit doppelten Holzwänden ohne Futterdielen bestand.

Der Gedanke, Schiffe einzig als Widderschiffe zu gebrauchen, wurde zu dieser Zeit vielfach besprochen und führte im Allgemeinen zu wenig günstigen Urtheilen für diese Kriegsmaschine. Die Ingenieure von Cherbourg machten darauf aufmerksam, daß das Pulver stets mehr Chancen bieten würde ein Schiff zum Sinken zu bringen als der Widder und daß letztere Waffe nur als ein Rückschritt zu betrachten wäre. Herr Sochet, damals Direktor des Marine-Konstruktions-Büreaus von Cherbourg schlug seinerseits

Digitized by Google

vor, kleine mit Mörsern ausgerüstete Widder von ungefähr 50 Tonnen Gehalt zu bauen; der Mörser sollte ein ogivales Hohlgeschoß von 100—300 K. werfen.

Keiner der zu dieser Zeit eingereichten Vorschläge wurde ausgeführt und die Verwendung des Widders noch einmal verzögert.

Als man anfing Panzer-Fregatten zu bauen, nahm der Herr Admiral Labrousse sein Widder-Projekt wieder auf und schlug vor den Widder einerseits an der Spitze der Schnellschiffe in Art des Napoleon anzubringen, andererseits das Vordertheil der Panzer-Fregatten in der Konstruktion derart zu ändern, daß man ihnen statt ihrer scharfen Vordersteven wirkliche Widder gab. Dies Projekt eignete sich übrigens besonders für die Couronne, deren Eisen-Konstruktion am leichtesten die Ausführung dieser Vorschläge erlaubte. Es wurde nicht angenommen und die ersten Schiffe, die wirkliche unter Wasser gehende Widder erhielten, waren die Panzerschiffe von Dupuy de Lôme, Magenta und Solferino.

Wir haben soeben die verschiedenen Umwandlungen gesehen, die der Widder durchzumachen hatte, ehe er in die Praxis der modernen Kriegsmarine eingeführt wurde. Eine ähnliche Uebersicht über die beiden anderen Offensiv-Waffen, mit denen das Panzerschiff ausgerüstet ist, über die Artillerie und die Torpedos, würde uns vollständig aus dem Rahmen, den wir uns gesetzt haben, herausziehen. Wir werden uns begnügen müssen in dem Maße, wie wir in unserer Arbeit fortschreiten, die gleichlaufenden Fortschritte der Artillerie und des Panzers anzugeben und die Folgen, die sich hieraus für den Bau und die Anordnungen der jetzigen Kriegsschiffe bei Verwendung submariner Kriegsmittel zum Angriff und zur Vertheidigung ergeben, hervorzuheben.

Entwicklung der Panzerflotten. — Ehe wir jede Panzerflotte für sich in Betracht ziehen, ist es nothwendig die successiven Fortschritte in den einzelnen Marinen anzusehen und einen allgemeinen Blick auf die, sowohl in Europa als auch in Amerika während der Umformungsperiode der Flotte ausgeführten Arbeiten zu werfen.

Die Gloire. Der Warrior. — Der Bau der Gloire, sowie der der Normandie und der Invincible nach denselben Plänen, sowie der der Couronne nach denen des Ingenieur Audenet, wurde bei den fremden Marinen noch nicht für den

Digitized by Google

Anfang einer vollständigen Umänderung der Schiffs-Konstruktion gehalten. Viele Leute, besonders in England, hielten es für eine kostspielige Thorheit, in der Frankreich zahlreiche Millionen ausgab, ohne dafür etwas Anderes als große schwimmende Batterien zu erhalten, die höchstens zur Küstenvertheidigung dienen könnten. Man wartete indessen nicht den kriegerischen Gebrauch und die Versuche der Gloire ab, um sich in England von der Nothwendigkeit zu überzeugen, den Franzosen auf diese kostspielige Bahn folgen zu müssen, in die wir die anderen Nationen hineingezogen, ohne uns damals Rechenschaft zu geben, daß diese unserem seemännischen Temperament so wenig zusagende Umwandelung eigentlich noch unsern wahren Interessen entgegen war. Die Schaffung der Panzerflotte ließ uns in der Folge, obgleich sie uns für ein oder zwei Jahre den Rang der ersten Kriegsmarine gab, diese Ueberlegenheit eines Augenblicks theuer bezahlen. Der auf ein Terrain getragene Kampf, wo die einzigen Waffen die industrielle Macht und das Geld sind, mußte uns äußerst unangenehm werden. Wir werden auf diesen Punkt zurückkommen, denn es ist von Wichtigkeit zu konstatiren, daß als einmal das Prinzip der Panzerschiffe in England angenommen war, sich die ganze lebendige Kraft der Nation auf den Bau der neuen Flotte warf und man sah sogleich auf den Werften der Privat-Industrie kolossale Bauwerke sich erheben, die vielleicht weniger durch die Prinzipien ihrer Auffassung hervorragend sind, als vielmehr durch ihre beträchtlichen Abmessungen und durch die Schnelligkeit mit der sie beendigt wurden. Der Warrior bezeichnet den Ausgangspunkt der langen Reihe von Schiffen, welche die jetzige Panzerflotte in England bilden; wie die Gloire ist er von dem Gesichtspunkt aus gebaut, vornehmlich die Verwendung der Artillerie, 48pfündige Kanonen Nr. 1, zu begünstigen und den Geschossen desselben Kalibers Widerstand zu leisten. Der Panzer von 114 Mm. wurde in England wie in Frankreich für ausreichend gehalten. Aber obgleich der Warrior berufen war, mit der Gloire zu rivalisiren, so vereinigte er doch nicht so günstige Bedingungen für die Offensive und Defensive wie die Fregatte von Dupuy de Lôme; er besitzt eine größere Schnelligkeit, aber seine übertriebene Länge macht seine Bewegungen so schwierig, daß er in die Gewalt eines weniger schnellen aber geschmeidigen Gegners gegeben ist. Obendrein ist der Schutz, den der Panzer seinen Wänden giebt, verringert, weil er Alles daran

Digitized by Google

wenden mußte, seine Schnelligkeit zu vermehren, nur der mittlere Theil ist gepanzert, das Vorder- und Hintertheil sind den Verheerungen der feindlichen Geschosse preisgegeben und mit ihnen das Steuerruder und seine Führung. Obgleich der untere Raum in zahlreiche wasserdichte Abtheilungen getheilt ist, können doch, unter die Wasserlinie eindringende Geschosse, dieses Schiff in eine sehr zweifelhafte Lage bringen. Die Defence und die Resistance sind nach denselben Prinzipien gebaut und vereinigen in geringem Grade die Vorzüge und Fehler des Warrior.

Der Magenta. — Fast zu derselben Zeit baute man in Frankreich den Magenta und den Solferino, bewunderungswürdige Seeschiffe, aber vom Gesichtspunkt des Kampfes aus zeigten sie weniger Vortheile als die Gloire; man vernachlässigte, um der Batterie eine große Höhe zu geben, den Schutz des todten Werkes an den Enden des Schiffes; diese, wie der übrige Theil des aus Holz gebauten Rumpfes boten Sprenggeschossen das gefährlichste Ziel.

1860. Projekt des Kapitain Coles. — Das Jahr 1860 verfloß, ohne daß der Bau von Schiffen einer neuen Art zu verzeichnen ist. Die Flotten zweiten Ranges fingen ihrer Reihenfolge nach an, in die Panzerfrage einzutreten: Oesterreich unternahm den Bau von zwei Fregatten, Italien bestellte zwei Korvetten bei der französischen Schmiede- und Werftwerkstatt des Mittelmeers. Zu dieser Zeit schlug der Kapitain Coles den Bau von Panzerschiffen vor, die ihre Artillerie in um ihre Axe beweglichen Thürmen eingeschlossen trugen. In einer am 29. Juni 1860 vor der Royal united service institution gehaltenen Vorlesung schlug dieser Offizier den Bau eines sich nur wenig über dem Wasser erhebenden Schiffes vor, dessen Deck von einer großen Anzahl Kuppeln in Form von konischen Säulen überragt wurde. Schon während des Krim-Feldzuges hatte er ein Floß bauen lassen, das ein 32pfündiges Geschütz hinter einem Schutzschirm trug.

1861. Der Minotaur. — Seit Anfang 1861 nahm der Bau von Panzerschiffen in England eine beträchtliche Ausdehnung an. In der Budget-Diskussion wurde die Wichtigkeit der französischen Schiffs-Konstruktionen, denen man anfangs keine Aufmerksamkeit schenken zu wollen schien, auf einmal zu einer beunruhigenden Bedrohung für die Seemacht Englands; obendrein zwang die Möglichkeit eines Krieges mit den Vereinigten Staaten

Digitized by Google

dazu, einige Vorsichtsmaßregeln zu treffen; beträchtliche Summen wurden bewilligt und während eines Jahres wurde mit dem Bau von 11 Panzerschiffen begonnen. Man hatte eingesehen, daß die für den Warrior angenommene Panzerung weniger gut als die in Frankreich gebräuchliche war und man hielt ebenso die wie der Hector gepanzerten Schiffe, die der ganzen Länge nach gepanzert waren, aber die Enden der Wasserlinie ohne Schutz ließen, für unzweckmäßig. Man nahm die ganze Panzerung an und baute die großen Schiffe in Art des Minotaur, kolossale Kriegsmaschinen, welche weit davon entfernt waren dem Zweck, den man sich vorgesetzt hatte und den beträchtlichen Ausgaben, die sie im Gefolge hatten, zu entsprechen. Uebrigens hatte die Artillerie zu dieser Zeit den ersten Schritt in der Richtung gethan, die sie noch jetzt verfolgt, ohne daß man irgend eine Grenze, an der sie aufgehalten wird, voraussehen kann. Neben den 48pfündigen Kanonen hatten 100pfündige Armstrong-Geschütze ihren Platz erhalten. Indessen hatte die Widerstandsfähigkeit der Wände noch keine Vermehrung erhalten, denn wenn auch die Stärke der Platten von 114 Mm. auf 140 Mm. gebracht worden war, so war doch die der Holzunterlage auf die Hälfte zurückgeführt. Um endlich in der möglichst kürzesten Zeit eine beträchtliche Panzerflotte herzustellen, fing man an, die Holzschiffe zu rasiren und sie in Panzerfregatten umzuwandeln; dieses System, welches nur höchst mittelmäßige Schiffe lieferte, wurde glücklicherweise in Frankreich nicht nachgeahmt.

Der Monitor. — Zu derselben Zeit wurden die Vereinigten Staaten von Nord-Amerika durch den Sklavenkrieg gezwungen, ihre Flotte umzubauen und forderten sie in aller Eile von den Erfindern Mittel, um den furchtbaren Kriegsmaschinen, von deren Bau in Norfolk und Richmond, das Gerücht ihnen die Kunde zutrug, widerstehen zu können. Es wurde damals nach dem Vorschlage des schwedischen Ingenieurs Ericson der Monitor gebaut, der also allen ähnlichen Schiffen zuvorkam, welche bald darauf nach den Plänen des Kapitain Coles gebaut, in Europa von Stapel liefen.

Während dieses Jahres traten Spanien, das fünf große Panzerfregatten baute, und Rußland, das eine Panzerbatterie in England bestellte, in diese Richtung der Marine ein.

Anfangs 1862 zeigten überall die öffentlichen und Privatwerften die größte Thätigkeit im Bau von Panzerschiffen; Frank-

Digitized by Google

reich wollte eine der englischen ebenbürtige Flotte schaffen, die aber vor dieser den Vortheil einer größeren Gleichartigkeit haben sollte, und baute daher zu derselben Zeit auf seinen Werften zehn Panzerfregatten. Sie wurden fast nach den Plänen der Gloire gebaut und dieselben nur so weit verändert, daß sie den Anforderungen des Augenblicks entsprachen. Man that nichts, um den Veränderungen, welche in der Seeartillerie vorgingen, Rechnung zu tragen. Sie waren gebaut, um Geschütze von 16 Cm. zu tragen und ähnlichen Geschützen der englischen Marine zu widerstehen, aber trotzdem haben die Fregatten in Art der Flandre einen bemerkenswerthen Vorzug, den, daß sie völlig gleiche Eigenschaften besitzen

Der Kampf bei Hampton Roads (1862). — Der Bau von Panzerfregatten wurde in den Vereinigten Staaten mit fieberhafter Eile gefördert. Der Merrimac, eine von den Konföderirten in ein Widderschiff umgewandelte Dampffregatte, war das erste Panzerschiff, welches auf einem Schlachtfelde erschien und der Tag des 8. März 1862, an welchem diese neue Kriegsmaschine zwei der stärksten Schiffe der Union zerstörte, die Küstenbatterien zum Schweigen brachte und vor sich die föderirte Flotte fliehen sah, gab den Beweis von den offensiven und defensiven Eigenschaften, die ein gepanzertes Widderschiff in sich vereinigen kann, selbst bei den ungünstigsten Vorbedingungen zum Erfolg. Der Kampf, den sich am anderen Tage der Merrimac und Monitor lieferten, ein Kampf, in dem alle Geschosse an den Platten der beiden Gegner zerschellten oder davon abprallten, bewies, daß das Geschütz nicht mehr die wahre Kriegswaffe für die Panzerschiffe sei. Die fehlerhafte Anbringung des Widders am Merrimac und die Beschädigungen, die er am ersten Kampftage erlitten hatte, verhinderten dies Schiff allein sich seiner gegen seinen Widersacher zu bedienen. Die Macht des Widders, dessen ganze Bedeutung vier Jahre später die Schlacht bei Lissa bewies, war noch nicht genügend ausgenutzt, aber trotzdem war man in allen Marinen überzeugt, daß sich in ihm die wahre Waffe der Zukunft fände oder, daß sie wenigstens eine Grundlage für den Erfolg bilden würde, deren man sich um keinen Preis berauben dürfe. Seit diesem Augenblick erhielten alle Kriegs-Marinen einen bald mehr oder weniger hervorragenden unterseeischen Widder.

Reise der „Normandie" nach Mexico. — Während der Kampf bei Hampton Roads die auf den Kampf bezüglichen Eigen-

Digitized by Google

schaften zeigte, bewies die Reise der Normandie nach Mexico und an den Küsten von Nord-Amerika die vorzüglichen nautischen Eigenschaften der französischen Panzerschiffe. Diese Reise der französischen Fregatte durch den Ocean bewies, daß man unseren Schiffen nicht den Vorwurf machen konnte, den der amerikanische Admiral Dupont ein wenig später an seine Monitors richten mußte, daß sie weder zum Segeln noch zum Blockiren tauglich seien.

Die Bitten des Kapitain Coles und das Interesse, das in der Marine und Industrie hochgestellte englische Persönlichkeiten dem Kuppelschiffsystem entgegen trugen, zwangen die Admiralität, den Bau von Schiffen dieser Art zu unternehmen, aber sie waren jedesmal abgeändert und entsprachen den Anforderungen des Projekts nicht völlig. Man baute den Prince-Albert und formte das Linienschiff Royal-Sovereign in ein gepanzertes Küstenthurmschiff um. Dies sind die ersten Seeschiffe mit Thürmen, die gebaut wurden, doch ging Dänemark in der Anwendung dieses Systems zur Küstenvertheidigung England voran; es ließ seit 1861 einen Monitor nach Coles'schem System bauen, den Rolf-Krake, von dem wir später noch bei Gelegenheit der Dienste, die er während des Krieges 1864 leistete, sprechen werden.

Die vergleichsweise wenig zufrieden stellenden Resultate der Versuche mit dem Black Prince und der Defence hatten die Aufmerksamkeit der englischen Marine auf den wirklichen Werth der Panzerschiffe, die man auf dem Wasser oder auf den Werften besaß, gelenkt. Es wurde eine Konkurrenz unter allen Konstrukteuren ausgeschrieben und Herr Reed, Secretair der Gesellschaft der Naval architects, dessen Vorschläge man für die besten hielt, wurde auf den Posten eines Chef-Konstrukteurs (chief constructor) berufen. Von diesem Augenblicke an datiren die durchgreifenden Veränderungen in den Typen der englischen Marine, die auch ihre Folgen in Frankreich und bei den anderen seefahrenden Mächten zeigten.

Die Schiffe mit Central-Batterien. Vorschläge des Herrn Reed. — Das Princip, welches man in Frankreich seit 1858 für das gehalten hatte, welches die besten Eigenschaften (handiness) für ein Panzerschiff verwirklichte, wurde endlich in England angenommen und die Entreprise und die Favourite wurden mit verkürzten Längen gebaut, um ihnen hervorragende Eigenschaften

Digitized by Google

in Hinsicht auf Navigation und Evolutionen zu geben. Diese Schiffe gehörten übrigens einer neuen Klasse an, deren Nothwendigkeit sich derart zeigte, daß alle übrigen Marinen in eine gleiche Richtung, hinsichtlich der Panzerung, einlenkten. Es war in diesem Moment und für einige Zeit nothwendig geworden, Panzerschiffe von schwachen Abmessungen und starker Besegelung zu haben, die für entfernt liegende Kriegsschauplätze bestimmt waren. Diesem Zweck entsprachen die Entreprise, die Favourite und ein Wenig später der Zealous. Mit dem Bau der Magenta traten die Schiffe mit Central-Batterien in die Panzerflotte ein; hierunter sind die Schiffe zu verstehen, deren Artillerie in der Mitte des Schiffes concentrirt und durch den Panzer gedeckt ist, während der Theil vor und hinter der Batterie keinen Schutz gegen die Geschosse bietet. Die Verwirklichung dieses Gedankens bot für Holzschiffe, hinsichtlich der Verbindung zwischen beiden Systemen des Zimmerwerks ziemlich große Schwierigkeiten. Indessen wurden sie von Herrn Reed glücklich überwunden. In Frankreich schlug man trotzdem nicht diese Richtung ein. Uebrigens baute man auch in England nach den von der Entreprise gegebenen guten Resultaten doch nicht das Obertheil der Pallas auf diese Weise. Man erwartete, daß eine längere Erfahrung mit diesem System, die Feststellung seines wirklichen Werthes erlauben würde. Dies Abwarten wurde indessen unnöthig, da man zu dieser Zeit in England die Holzkonstruktion vollständig aufgab. Endlich baute in diesem Jahre Oesterreich fünf Fregatten; Italien ließ den Bau der in Frankreich, England und Amerika bestellten Schiffe beschleunigen; Holland, Dänemark, Schweden und die Türkei beschlossen auch ihrerseits Panzerschiffe in ihre Flotte einzustellen. England zählte Ende 1862 52 Panzerschiffe auf dem Wasser und auf den Werften.

1863. Der Bellerophon. — Das Jahr 1863 ist in der Geschichte der Panzerflotte durch den Bau des Bellerophon ausgezeichnet, der die Ideen des Herrn Reed für ein Geschwaderschiff angab, die auch jenseits des Kanals auf alle Schiffs-Konstruktionen mehrere Jahre lang Einfluß hatten. Neben dem Princip der Central-Batterie sehen wir zum ersten Mal auf einem Batterie-Schiff die Jagd-Kanonen auf eine wirksame Weise gedeckt. Bis vor Kurzem in dem nicht gedeckten Theil der Batterie untergebracht, waren sie der Gefahr ausgesetzt sofort zum Schweigen gebracht zu werden. Die Einsicht von der Nothwendigkeit des Kampfes mit der Spitze

Digitized by Google

hatte sich zu sehr befestigt, als daß man nicht durch alle Mittel die Wirksamkeit der Jagd-Geschütze sich zu sichern gesucht hätte. Der Bellerophon ist ein erster Versuch, der diese Aufgabe auf eine sehr zweifelhafte Weise erfüllt. Die Pallas, welche ihm bald folgte, bietet eine bessere Lösung dar. Andererseits hatte die Anwendung der Torpedos in den amerikanischen Flüssen den ganzen Vortheil, den man aus den submarinen Kriegsmitteln ziehen konnte, gezeigt. Man mußte sich gegen diese neue Kriegsmaschine schützen und der doppelte Eisenpanzer der zum ersten Male auf eine vollständige Art beim Bellerophon angewendet wurde, ist die Folge dieser Veränderung in der Schiffsbaukunst. Auf jeden Fortschritt der Offensive antwortet die Konstruktion mit der Vermehrung und Entwickelung der Widerstandsmittel ihrer Schiffe. Der Artillerie mit 300pfdgen Geschützen, die seit dieser Zeit an die Stelle der 100pfdgen traten, setzte man eine Konsolidation des Innern hinter dem Panzer entgegen, die Längsgürtel bilden eine Art Gitterwerk mit dem Gerippe, der Panzer selbst beträgt 154 Mm., dem Widder setzt man wasserdichte Abtheilungen entgegen, den Torpedos einen doppelten Boden. Indessen bietet dies Alles gegen die Gefahren unterseeischer Kriegsmittel nur geringe Chancen. Nach dieser Seite hin sind die Anstrengungen der Konstrukteure noch von wenig Erfolg gewesen und die Hülfsquellen der Defensive bieten nur einen geringen Schutz gegen die unaufhörlichen Fortschritte der Offensive.

Die Principien, die Herr Reed bei den Plänen das Bellerophon befolgt hatte, wurden bald auch bei den im Bau begriffenen Schiffen angewendet. Man umgab den Achilles, Typus Warrior, mit einem Panzer rings um die Wasserlinie; beim Northumberland, Typus Minotaur, ließ man die Deckung vor und hinter der Batterie weg.

Bald darauf wurde die Pallas gebaut, die für die entfernten Stationen bestimmt war; die Entrepríse wurde vergrößert und umgeändert. An diesem Schiff ist die Unterbringung der Jagd-Geschütze bemerkenswerth, die rückwärts der Winkel der Batterie aufgestellt waren; man hatte die Wände derart nach vorn und hinten zurückgezogen, daß der Schuß dieser Geschütze auf die vollständigste Weise gesichert war.

Die Belliqueuse. In Frankreich wurde im Jahre 1863, außer den speziell für den Angriff und die Vertheidigung der Häfen bestimmten Schiffen, der Bau der Belliqueuse begonnen. Unsere

Digitized by Google

Marine glaubte, es sei nothwendig für die entfernten Meere Panzerschiffe zu besitzen, um die Blockade feindlicher Küsten mit Hülfe von weniger großen und weniger kostspieligen Schiffen als unsere Fregatten aufrecht erhalten zu können. Wir werden hier nicht die Vor- und Nachtheile dieser Schiffe untersuchen, sondern stellen einzig fest, daß auf der Belliqueuse wie ehemals auf dem Magenta die äußeren Enden des Schiffes den Verwüstungen der Granaten und Brandgeschosse ausgesetzt sind. Man glaubte noch nicht an die Möglichkeit, die Holz- und Eisenkonstruktion auf eine solide Weise verbinden zu können und es war bei uns nothwendig, beim Bau des Rumpfes der Mehrzahl unserer Schiffe, Holz zu verwenden.

Kampagne der Panzerschiffe. Um unsere verschiedenen Panzerschiffe bei allen Zuständen des Meeres vergleichen zu können, formirte man unter dem Kommando des Admiral Penaud ein Geschwader. Dies Geschwader stellte zwei Monate lang in Gegenwart einer Special-Kommission zahlreiche Versuche an. Diese Versuchs-Kampagne der Panzerschiffe erlaubte die guten nautischen Eigenschaft.n der Typen Gloire und Solferino festzustellen und eine Menge Details bei der Indienststellung unserer Schiffe zu verbessern.

Uebrigens war die Aufmerksamkeit in Frankreich zu dieser Zeit auf die Nothwendigkeit den Panzer sowohl gegen die Oxidation als auch gegen die Vegetation, die sich auf den Platten bildet, zu schützen, die die Schnelligkeit der Schiffe und die Leichtigkeit sie zu führen, beeinträchtigen. Aus dieser Zeit stammen die Versuche, die die wir gelegentlich später besprechen werden und die bis zum Augengenblick leider noch kein völlig genügendes Resultat geliefert haben. Rußland baute zu derselben Zeit, angesichts der Ereignisse, die in Polen stattfanden und aus Furcht vor einem Konflikt mit den Westmächten, zehn Monitors nach dem System des Kapitain Coles. Die Vereinigten Staaten setzten ihr hastiges Bauen fort und der Dunderberg erhob sich auf den Werften von Greenpoint. Die Südstaaten, ihrer Werfte beraubt, wandten sich an Frankreich und England, um Panzerschiffe zu erhalten, die mit Beschlag belegt oder zu Ende des Krieges verkauft, einen Theil der kleinen Marinen bilden mußten oder auch selbst in die großen eintreten konnten. So erging es dem Scorpion und dem Wivern von den Herren Laird nach den Plänen des Rolf Krake aber ein Wenig verändert

Digitized by Google

gebaut, so daß daraus Panzer-Korvetten wurden; England belegte sie mit Beschlag und kaufte sie.

Das Jahr 1864 führte zu keinen Veränderungen in den Zusammensetzungen der Panzerflotten. Man war damit beschäftigt, die Schiffe, welche man in den vorhergehenden Jahren zu bauen angefangen hatte, zu beenden und die verschiedenen Marinen beschäftigten sich mit Verbesserungen, die für die neuen noch so wenig gekannten Schiffe nothwendig wurden. Man fing an, die Panzerschiffe größtentheils in die Geschwader einzustellen und die Versuche der französischen und englischen Evolutionsgeschwader ergaben eines Tages ganz Neues für die umgeformte Marine. Die Wichtigkeit, leicht evolutioniren zu können, erhielt mehr und mehr Geltung und mit ihr die Nützlichkeit einer kompensirten Steuerung. Zu derselben Zeit beschäftigte man sich lebhaft mit der Frage, was für Segelwerk den Panzerschiffen zu geben sei. In England und Frankreich entschied man sich für ein Mittelding zwischen der vollständigen Besegelung des Warrior und Achilles und dem kleinen Segelwerk der Gloire. Der Krieg 1864 zwischen Oesterreich und Preußen einerseits und Dänemark andererseits, lieferte nur geringe Merkmale für die Rolle, welche die Panzerschiffe in modernen Kriegen spielen müssen. Das einzige Panzerschiff, das den an diesem Kampfe betheiligten Mächten gehörte, nahm indessen eine soviel als möglich aktive Stellung, indem es sowohl die preußischen Batterien bei Eckernsund und auf Broaker angriff, als auch den Uebergang der vereinigten Truppen auf die Insel Alsen beunruhigte. Bei jeder dieser Gelegenheiten zeigte es sich, wie ansehnliche Gegner die Panzerschiffe für die Küsten-Batterien wären.

Preußen, dessen maritimer Ehrgeiz sich zu entwickeln begann, unternahm zu dieser Zeit den Bau einer Panzerflotte und bestellte den Arminius in England.

1865. Die Korvetten in Art der Alma. — Vorspringende auf den Wänden befestigte Thürme. — Die Entwickelung, die seit 1865 in England die Klasse von Schiffen genommen hatte, zu der die Entreprise und die Favourite gehören, sowie der Bau von Panzerschiffen für Peru und Brasilien, die sich auf unseren Schiffsstationen befinden sollten, zwangen Frankreich zum Bau von neuen Korvetten in Art der Alma mit geringen Veränderungen nach den Plänen der Belliqueuse. Man beschloß bei diesen Schiffen auf die Anwendung des Holzes bei den nicht

Digitized by Google

gepanzerten Theilen zu verzichten, da die angewendeten Befestigungsmittel eine vollständige Verbindung zwischen dem Untertheil und dem todten Werk des Schiffes gestatteten. Die Schwierigkeiten des Jagdschusses wurden auf der Alma durch ein neues Mittel beseitigt. Durch die Verwendung von Thürmen, die auf dem Vorsprung der Wände des Kastells placirt waren, wurde der größte Theil des Laffeten-Mechanismus durch deren Panzerung gedeckt. Im Uebrigen betrug der Panzer an der Wasserlinie 150 Mm. Dies war beinahe zu viel für Schiffe von schwachen Abmessungen, die eine starke Besegelung und eine beträchtliche Kohlenausrüstung zu tragen hatten. Aber auch diese Stärke war nicht mehr im Verhältniß zu der Artillerie mit der man die französischen und fremden Flotten zu armiren begann. Die Artillerie, Modell 1864, wuroe als Bewaffnung unserer Schiffe angenommen.*) Die Konstruktion von 19,24 und 27 Cm. Kanonen war beschlossen und wurde so lebhaft wie möglich betrieben. In England waren nicht mehr die 9zölligen Geschütze (229 Mm.) von 12 Tonnen Gewicht das Maximum der Angriffskraft sondern 10zöllige (254 Mm.) von 18 Tonnen Gewicht bildeten die Armirung des Hercules. In Deutschland fertigte Krupp schon auf regelrechte Weise Gußstahl-Kanonen auf deren zerstörende Wirkung wir noch später zurückkommen werden.

Verstärkung des Panzers. Der Ocean. Der Hercules. — Der Panzer von 150 Mm. war nicht mehr ausreichend, man mußte einen neuen Schritt vorwärts thuen. Im Januar 1865 gab der Marineminister Befehl zum Bau des Ocean in Brest und des Marengo in Toulon, beides Panzerfregatten mit 200 Mm. starken Platten. Sie sollten in ihrer Batterie 4 27 Cm.- und 2 24 Cm.- und auf dem Kastell 4 24 Cm.-Geschütze tragen. In England wurde die Stärke der Platten des Hercules, dessen Pläne damals verheimlicht wurden, auf 229 Mm. Stärke gebracht. Außer einer Holzunterlage und zahlreichen Längenverstärkungen wurde die Wand des Hercules noch durch eine innere Platte von 52 Mm. verstärkt. Auf diesem Schiff wurde der Schuß nach vorn und hinten nicht allein durch das Uebergreifen des Batterie-Winkels wie auf der Pallas gesichert, sondern noch durch Geschütze, die wie auf dem Bellerophon in gepanzerten Unterkunftsräumen placirt waren.

*) Die Korvetten, Typus Alma, erhielten 6,19 Cm. Kanonen.

Digitized by Google

Der Monarch. — In derselben Weise wie man mit Recht in dem Bau von Batterie-Schiffen in England und Frankreich fortfuhr, traten die Thurmschiffe des Kapitain Coles mehr und mehr in die Zusammensetzung der kleinen Marinen ein. So baute man nach neuen Vorschlägen dieses Offiziers den Huascar für Peru und den Bahia und die Bellona für Brasilien. Gleichzeitig beschloß die englische Regierung einen Versuch mit dem Thurmschiffsystem und der Monarch wurde nach den Ideen des Kapitain Coles, die aber bei ihrer Anwendung durch die Marine-Konstrukteure sehr verändert wurden, gebaut. Diese Abänderungen schädigten nicht die nautischen Eigenschaften des Schiffes, wohl aber seine militairischen und die Bauart des überschweren Verdecks verminderte die Vortheile, die man aus der Anwendung des Schießens aus Thürmen erhalten konnte, beträchtlich. Der Bau des Monarch bildet in der Geschichte der Panzerflotte einen hervorragend wichtigen Punkt. Er ist das erste große See-Thurmschiff, das gebaut wurde und die Ergebnisse der Versuche mit ihm haben bewiesen, daß wenn auch für die Geschwaderschiffe das System der Central-Batterien, dem der Thürme vorzuziehen ist, es dennoch bei rationellem Bau möglich ist, einem Schiff dieser Art einige nautische Eigenschaften zu verleihen. Es ist bedauerlich, daß man in England nicht immer die Principien, welche die Linien des Monarch bestimmten, beobachtet hat.

Noch nicht zufrieden mit den Fregatten, die sie schon in England bestellt hatte, ließ die Türkei bei den Thames Iron Works ein neues Schiff bauen, das alle Vervollkommnungen der Schiffsbaukunst vereinigte; diese Fregatte trat später unter dem Namen Wilhelm I. in die preußische Flotte ein und war einige Zeit hindurch eins der stärksten Schiffe in den europäischen Flotten. Preußen, das sich in Wirklichkeit bis jetzt von maritimen Arbeiten fern gehalten hatte, hielt in Hinsicht auf seine bevorstehenden Vergrößerungen die Schaffung einer Kriegsflotte für nothwendig, um den zahlreichen Kauffahrern, welche die Meere unter Bremer-, Hamburger- ꝛc. Flagge durchfurchten und die bald die deutsche Flagge tragen sollten, zu schützen. Nichts durfte der Entwickelung dieser ehrgeizigen Macht fremd bleiben und im April 1865 nahm es eine Anleihe von 10 Millionen Thalern für die Bedürfnisse seiner Marine auf; der zu dieser Zeit für die Flotte angenommene Etat bestand aus 10 Panzerfregatten, die durch Scharten vertheidigt wurden, und aus 10 Thurmschiffen zur Küstenbewachung.

Digitized by Google

Bombardement von Callao (30. April 1866). — Im Monat April des Jahres 1866 begann man mit dem Bau des Hercules und Monarch, deren Pläne man im vorhergehenden Jahre zurückgehalten hatte. Zu derselben Zeit (am 30. April 1866) sah man zum ersten Mal ein Panzer-Geschwaderschiff sich mit Landbefestigungen messen; die spanische Fregatte Numancia bombardirte den Hafen von Callao. Keiner der Streiter kann sich einen Erfolg zuschreiben, denn, wenn auch die spanische Flotte sich nach vierstündigem Bombardement zurückzog ohne die peruanische Batterie zum Schweigen gebracht oder ihr großen Schaden angethan zu haben, so zeigte auch die Numancia nur geringe Havarien und verließ das Feuer nur aus Mangel an Munition. Ihr Tiefgang war beträchtlich und ihre Panzerstärke zu dieser Zeit den 450 und 300pfgen Blakeley-Kanonen, mit den die Forts armirt waren, gegenüber schon schwach und verhinderte sie, sich dem Lande so weit zu nähern, um genügend gegen die peruanischen Batterien wirken zu können. Dieser Kampf bewies klar, daß die Geschwaderschiffe künftighin nicht mehr zum Kampf mit Landbefestigungen bestimmt werden dürften; es wurde unabweislich die doppelte Rolle, die die alten Schiffe im Kampf auf hohem Meer und beim Angriff auf Küsten erfüllten, 2 sehr verschiedenartigen Klassen von Schiffen anzuvertrauen. Besondere Schiffe mit geringem Tiefgang und mit einer großen offensiven wie defensiven Macht ausgerüstet, wurden sowohl für den Angriff wie für die Vertheidigung der Küsten nothwendig. Die Küstenschiffe, ursprünglich für die Vertheidigung bestimmt, mußten in Folge derart umgeändert werden, daß sie diesem doppelten Zweck entsprachen. Hiervon ausgehend erhielten sie in den verschiedenen Flotten eine bedeutend erhöhte Wichtigkeit und die Geschwader-Panzerschiffe von den vielfachen Bedingungen, die man ihnen auferlegt hatte, befreit, nahmen ihre wahre Stellung ein, indem sie ausschließlich Waffen für den Seekrieg wurden.

Der Capitain. Die Fregatten in Art des Audacious. Das Tory-Ministerium führte im Monat Juli 1866 an die Spitze der englischen Admiralität Sir John Pakington und mit ihm die Parteigänger der Thurmschiffe. Die Absichten des neuen Ministers wurden in einer Sitzung des Unterhauses (20. Juli 1866) klar auseinandersetzt, wo in Folge der Interpellation der Hauptschiffsbauer Englands, der Herren Laird und Samuda, der erste Lord der Admiralität erklärte, die Marine sei in einer wenig vortheil-

Digitized by Google

haften Lage und um diese zu verbessern, müsse man mit dem Bau von See-Thurmschiffen beginnen. Die Zeit der Versuche über diese Schiffe, fügt er hinzu, ist vorüber, die der Ausführung gekommen; man dürfe in diesem Punkt nicht gegen die anderen Nationen zurückstehen. Beträchtliche Summen wurden für die Vermehrung der Panzerflotte bewilligt und der Kapitain Coles, dessen Plänen gegenüber das vorige Ministerium stets sehr zurückhaltend gewesen war, erhielt den Auftrag, nach seinen eigenen Plänen ein Schiff zu konstruiren: es war dies der Kapitain, der wenige Monate darauf sich auf der Werft der Herren Lairds erhob. Das Princip, welches der Konstruktion dieses Schiffes zu Grunde lag, wurde von dem Urheber des Projekts folgendermaßen definirt: Da man eine Artillerie besitzt, die im höchsten Grade fähig ist, jedes Schiff zu zerstören, so muß man dieser Artillerie ein kreisförmiges Schußfeld geben, so daß sie die Möglichkeit besitzt, jeden Punkt des Horizonts beschießen zu können und sie unter den besten Widerstandsverhältnissen auf ein Schiff unterbringen, das bei einem Minimum von Größe und Tonnengehalt ein Maximum von Geschwindigkeit bietet und dessen Minimaloberfläche seines gepanzerten todten Werkes geeignet ist, die Sicherheit des Schiffes auf dem Meere zu verbürgen, dann muß es für die Besatzung in jedem Klima bewohnbar sein." Man weiß, daß unglücklicher Weise diese Anforderungen, zum wenigsten die letzteren, nicht erfüllt wurden. Der Kapitain und Monarch bezeichnen die Periode der 600pfdgen Geschütze von 25 Tonnen Gewicht. Um ihnen widerstehen zu können wurde die Panzerstärke auf 180 Mm. gebracht, aber schon ist die Defensive im Nachtheil; auf 3600 M. durchschlagen die Geschosse der 22 Cm. Kanone die Platten des Monarch. Es wird unabweislich im Allgemeinen einen Panzer von wenigstens 230 Mm. anzunehmen, dessen Verwendung man zur Bedeckung des Hercules vorschlug; selbst noch diese Platten von 230 Mm. wurden auf 2,200 M. von den Geschossen der neuen 600pfgen Kanone durchschlagen. Der Wechsel im Ministerium hatte das Zurücktreten des Herrn Reed nicht zur Folge; sein Einfluß in Verbindung mit dem des Kontrolleur der Admiralität, Admiral Robinson war nicht allein genügend, daß man das System der Kasemattschiffe nicht völlig aufgab, sondern daß man noch gleichzeitig vier Schiffe dieser Art baute. Es sind dies die Fregatten in Art des Audacious, die noch heute eins der wichtigsten Elemente der englischen Seemacht bilden. Der

Digitized by Google

gleichzeitige Bau von vier Schiffen gleicher Art ist ein Unicum in den Annalen der englischen Panzerflotte, bei der fast jedes Fahrzeug einen eigenen Typus hat. Diese völlige Verschiedenheit verschaffte lange Zeit unserer Marine eine Ueberlegenheit über die englische in Hinsicht auf die vielfachen Erfordernisse des Geschwaderkrieges. Die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit, in der Versorgung mit Kohlen und in Folge dessen in der Freiheit der Entfernungen, in den Evolutions-Eigenheiten kamen zusammen, um die englische Flotte völlig ungleichartig zu machen. Es ist wahr, daß im Allgemeinen jedes Schiff einen Fortschritt vor dem vorhergehenden zeigte, indessen konnten die nach jeder Richtung so verschiedenen Eigenschaften derselben keine Gleichartigkeit in der Aktion, dieser von der ganzen Marine bei der Vereinigung von Schiffen geforderten Bedingung, entsprechen. Man darf indessen den Einfluß, welchen die Verschiedenheit der Arten, die eine Flotte bilden, mit sich bringt, nicht über alles Maaß übertreiben und muß anerkennen, daß diese Verschiedenheiten die Unmöglichkeit eines gemeinschaftlichen Manövers für diese Schiffe nicht mehr begründen als die, welche aus secundären Gründen herrühren. Man muß mit Recht Herrn Reed in seinem ausgezeichneten Werk Our Ironclads beistimmen, in dem er behauptet, daß die zufälligen Umstände in denen sich die Schiffe befinden, die Qualität der eingeschifften Kohlen, die Geschicklichkeit der Heizer, besonders die Reinheit des Kiels und außer allen materiellen Ursachen der Blick des Kommandanten, die Kenntniß, die er von seinem Schiff besitzt, die für jeden Erfolg so kostbaren Elemente, zwischen den Schiffen einer Flotte Differenzen hervorbringt, die von größerer Wichtigkeit sind, wie die, welche aus der Konstruktion selbst hervorgehen.

Für die Fregatten in Art des Audacious behielt Herr Reed die bei der Pallas angenommenen Anordnungen bei; ein beträchtliches Zurückziehen der Wände am Vorder- und Hintertheil erlaubte einen Jagdschuß der in Ecken der Kasematten aufgestellten Geschütze. Außerdem führte er noch auf dem oberen Verdeck eine zweite Geschützaufstellung hinzu, die wie die erste ebenfalls ihren Schutz durch die Ecken erhält. Die auf 10 Kanonen von 12½ Tonnen Gewicht gebrachte Armirung erlaubte in Folge der getroffenen Anordnungen vier Geschütze dieses Kalibers für den Jagdschuß zu vereinigen, eine ansehnliche Macht, um den Kampf durch den Stoß vorzubereiten. Der Panzer dieser Schiffe besteht aus 203 Mm. starken

Digitized by Google

Platten, der auf einer Unterlage von 0,25 M. Teakholz ruht und mit den inneren Platten (Haut) von 31 Mm. (skin-plating) verbunden ist. Letztere wurden bei allen Schiffen der englischen Flotte angenommen, um besonders die Sprengstücke der krepirten Geschosse aufzuhalten. Die geringeren Abmessungen des Audacious erlaubten bei der völligen Panzerung der Wasserlinie und der Kasematte nicht, ebenso starke Platten wie beim Hercules zu verwenden, aber die Fregatten dieser Art bilden nichtsdestoweniger eine sehr große Seemacht.

Schlacht von Lissa, 20. Juli 1866*). — An demselben

*) Ohne das Detail der Seeschlacht von Lissa zu wiederholen, ist es nothwendig, die Umstände unter denen sie von der österreichischen und italienischen Flotte geliefert wurde, anzuführen. Wir verweisen den Leser auf die darüber erschienenen Schriften. Das italienische Geschwader in Stärke von 12 Panzer- und 21 Holzschiffen erschien am 16. Juli bei Ancona, um sich vor Lissa zu begeben und sich des Hafens von St. Georges zu bemächtigen. Am 18. und 19. Juli griff es die Landbatterien an und versuchte ein Expeditions-Korps auszuschiffen, was aber durch den Zustand der See und einzelne Verzögerungen in der Operation verhindert wurde. Am 20. Morgens hatte es wieder mit diesem Ausschiffen begonnen, als man das österreichische Geschwader, 7 Panzer- und 19 Holzschiffe stark, signalisirte. Der Admiral Persano beorderte sofort die Panzerschiffe sich in Schlachtlinie aufzustellen, um dem österreichischen Geschwader, das Verstärkungen nach Lissa werfen wollte, die Passage zu versperren. Nur 9 Panzerschiffe konnten diesem Befehl gehorchen, eine der Korvetten mußte in Folge von am vorigen Tage erhaltenen Havarien das Geschwader verlassen; die Terrible und die Vareſe waren in diesem Augenblick auf der anderen Seite der Küste von Lissa im Kampf mit den Küstenbatterien und konnten erst zu Ende des Kampfes ankommen. Die Holzschiffe unter dem Befehl des Admiral Albini schifften unterdessen das Expeditions-Korps wieder ein und nahmen am Kampfe nur von Weitem Theil. Auf das so in Linie rangirte Panzergeschwader, das einen Raum von 10—12 Meilen Länge einnahm, warf sich das österreichische Geschwader in drei auf einander folgenden keilförmigen Linien.

Die erste bildeten die Panzerschiffe, die zweite die Holzschiffe, die dritte die Kanonenboote und kleinen Fahrzeuge. Um 10 Uhr Morgens näherten sich die beiden Geschwader auf Schußweite und das Feuer begann, aber das österreichische Geschwader fuhr fort mit ganzer Geschwindigkeit nach vorn rechts zu marschiren und befand sich bald quer der italienischen Linie, die es durchschnitt und so in zwei Theile theilte. Die Avantgarden-Division (3 Panzerschiffe) unter den Befehlen des Admiral Vacca wechselte sogleich die Richtung um die zweite Linie der

Digitized by Google

Tage, an dem im englischen Parlament die Vortheile der Thurmschiffe so hoch gepriesen wurden, entsprach das erste Schiff dieser Art, das in einer Seeschlacht auftrat, der Affondatore, den Hoffnungen, die man auf diese Gattung von Schiffen gesetzt hatte, nur sehr schlecht. In Wirklichkeit kann nur der 20. Juli 1866, an dem die Schlacht von Lissa stattfand, einen Anhalt für die Taktik

---

Oesterreicher anzugreifen; die anderen 6 Panzerschiffe standen unter Befehl des Admiral Persano selbst, der seine Flagge auf dem Affondatore aufgehißt hatte. Ein Durcheinander entstand und inmitten des Rauchs war es bald schwer, die feindlichen Schiffe zu unterscheiden. Die beiden italienischen Schiffe, die sich in Folge des Durchbrechens der Schlachtlinie an die Spitze der zweiten Kolonne gesetzt sahen, wurden von den österreichischen Panzerschiffen umringt. Das eine derselben, der Palestro, wurde in Brand geschossen und mußte sich aus dem Kampf zurückziehen und da keine Anstrengungen den Brand löschen konnten, flog er zu Ende des Tages mit fast der ganzen Besatzung in die Luft. Das andere, der Re d'Italia gelangte zur Ausführung eines ersten Stoßes, aber wahrscheinlich bei einem zweiten Stoß von seinem Steuer im Stich gelassen, befand er sich dem österreichischen Admiralschiff Ferdinand Max gegenüber; dieses bohrte mit voller Geschwindigkeit seinen Widder in die Wand des Re d'Italia und nach weniger als 3 Minuten sank diese Fregatte von 5700 Tonnen Gehalt mit ihrer 600 Mann starken Besatzung.

Während dieser Zeit befand sich das österreichische Holzgeschwader im Kampf mit der Division des Admiral Vacca. Das Linienschiff Kaiser durchbohrte die Panzerschiffe mit seinem convergirenden Feuer und versuchte wie ein Widder vorzustoßen, um sich einen Durchgang durch seine Gegner zu verschaffen; aber der Kampf war zu ungleich und die österreichischen Panzerschiffe mußten umkehren, um ihre Holzflotte frei zu machen und ihr zu ermöglichen der ersten Linie in ihrer Bewegung auf die Insel Lissa zu folgen.

Zu Mittag hatte der Admiral Tegethoff sein Ziel erreicht; das österreichische Geschwader nahm dieselbe Stellung, die das italienische am Morgen innegehabt hatte, ein: Lissa war entsetzt. Italienischerseits war es dem Admiralschiff, dem Affondatore nicht möglich gewesen, einen Kreis zu beschreiben, der groß genug war, um wirksam als Widder auftreten zu können und es hatte mit seinen 600pfgen Kanonen nur wenig schießen können, sowohl wegen der Havarien am Mechanismus der Thürme als auch wegen der geringen Uebung der Kanoniere. Der Admiral Persano vereinigte die Division seiner Holzschiffe und formirte sein Geschwader auf's Neue in Linie hinter Lissa und nachdem er noch einige Stunden lavirt hatte, verließ er den Kampfplatz vollständig.

Digitized by Google

von Panzerflotten geben; wir fassen mit einigen Worten die Hauptfolgerungen, die man aus diesem Kampfe ziehen kann, zusammen. 1) die Vortheile des Kampfes durch den Stoß, die sich schon bei Hampton Roads vorhersehen ließen, wurden durch den Erfolg des österreichischen Geschwaders klar bewiesen, das den Sieg ganz besonders dem vorher gefaßten und gut durchdachten Entschluß, die italienischen Schiffe mit dem Widder anzugreifen, verdankte und die Artillerie nur als sekundäre Waffe betrachtete*). 2) Man erkannte daß die Gefahren für das übersegelnde Schiff, die in Hinsicht auf Beschädigungen der Maschine oder wegen der Schwierigkeit sich von dem überlaufenen Schiff zu trennen, sehr übertrieben worden waren, durchaus nicht vorhanden waren; doch der Brand des Palestro zeigte deutlich die beklagenswerthen Folgen der Anwendung von Holz für die nicht gepanzerten Theile des todten Werks. 3) die Leichtigkeit, mit der der Re d'Italia vom Erzherzog Max überlaufen wurde, begründet sich, wie man wenigstens annimmt, großentheils auf die Beschädigung die beim ersten Stoß das Steuer der italienischen Fregatte unbrauchbar machte. Es stellte sich die Nothwendigkeit heraus, das Steuer und die Apparate, die es führen, auf eine wirksame Weise nicht gegen den Stoß (denn dies bietet unüberwindliche Schwierigkeiten) sondern gegen feindliche Geschosse zu sichern. Die Leichtigkeit der Bewegung ist eins der Hauptelemente für den Erfolg in der neuen Seetaktik; man muß sie sich um jeden Preis während der Dauer des Kampfes sichern. 4) Die Holzschiffe des österreichischen Geschwaders zogen, Dank der Tapferkeit ihrer Kapitaine und ihrer Besatzung, jeden möglichen Vortheil von ihrer Artillerie; doch nach einiger Zeit wurden sie ein Hinderniß für die Panzerschiffe, weil sie dieselben zwangen, den Kampf gegen

*) Ein ganz neuer Fall zeigt die gefahrvolle Wirkung des selbst unfreiwilligen Stoßes mit dem Widder. Am 25. December 1872 befand sich das englische Geschwader auf der Rhede von Funchal. Der Northumberland war nur mit einem Anker befestigt, dessen Kette riß; das Schiff gerieth in die Strömung und stieß auf den Hercules, dem es die Spitze des Fokmastes und die Bramstange abbrach. Bei diesem Stoß durchdrang der Widder des Hercules ungeachtet der geringen Geschwindigkeit des Schiffes die Wände des Northumberland und brachte ihm ein ziemlich breites Leck bei, durch das 60 Tonnen Wasser eindrangen; das Schiff lief Dank der wasserdichten Abtheilungen, von denen zwei gefüllt wurden, keine Gefahr.

Digitized by Google

das Gros des italienischen Geschwaders aufzugeben, um ihnen, da sie durch 2 feindliche Panzerschiffe bedroht wurden, zu Hülfe zu eilen. 5) Das einzige Thurmschiff im Kampf, der Affondatore, war erst seit kurzer Zeit und nur sehr unvollkommen mit Material und einer wenig geübten Bemannung ausgerüstet und gab dem italienischen Geschwader einen nur sehr zweifelhaften Schutz. Der Unfall, den er, als er in den Hafen von Ancona zurückkehrte, erlitt — kaum vor Anker wurde er von einem Windstoß gefaßt und auf's Land geworfen — war ein trauriges Vorspiel des Schicksals, das ein wenig später den Captain traf.

Dies sind hinsichtlich der Panzerschiffe die hauptsächlichsten Folgen, die sich aus der Schlacht von Lissa herleiten lassen. Im Allgemeinen beweisen sie, was der Wille, der Heroismus eines Befehlshabers, wie der Admiral Tegethoff, unterstützt von Kapitainen und Mannschaften, die ihre numerische Schwäche durch Muth, Geschicklichkeit und Aufopferung ergänzen, auszurichten vermag.

Reise des Miantonomoah und des Monadnock. — Die Schlacht von Lissa zeigte, welche Eigenschaften für die Panzerschiffe erforderlich sind, um den neuen Bedingungen der Seekämpfe zu entsprechen. Die Reise des Miantonomoah quer durch den Atlantischen Ocean und die des Monadnock von Philadelphia nach San-Francisco durch die Magellanstraße bewies, mit wieviel Sorge, mit wie viel Leiden und oft auch wirklicher Gefahr für die Mannschaft lange Reisen dieser Schiffe verbunden sind. Dabei mußten die Monitors durch Kohlenschiffe, die ihnen ihren Bedarf an Kohlen lieferten, oft sie auch schleppten, begleitet werden. Diese Reise bewies, daß die Monitors zum Gefecht auf hoher See nicht zu gebrauchen sind, sondern nur beim Angriff und der Vertheidigung von Landesbefestigungen und an der Küste ihre Verwendung finden können.

1867. Neue Ausrüstung der französischen Flotte. — Anfangs 1867 sollte das mexikanische Expeditions-Korps nach Frankreich zurückkehren. Man mußte die Transport[illegible]te, die durch den Atlantischen Ocean ging, gegen die Eventual[illegible] eines Zusammenstoßes schützen. Dieser Auftrag wurde der Pan[illegible]flotte des Kanal la manche, die auf zahlreichen Fahrten längs de[illegible]sten Frankreichs gezeigt hatte, was man von ihr erwarten konnte, [illegible]vertraut. Die Schiffe dieser Flotte waren zu dieser Zeit keine Kriegs-

Digitized by Google

schiffe mehr, die sich mit denen, die neuerdings aus den englischen Werften hervorgingen, vergleichen konnten, aber sie waren noch sehr respektable Gegner; ihre Artillerie besaß übrigens eine vergleichsweise sehr beträchtliche Angriffskraft; ihre Defensivkraft war natürlich beschränkt. Die Konstruktion des Materials — Modell 1864 — hatte es ermöglicht unsere sämmtlichen Panzerschiffe mit Geschützen dieser Art auszurüsten. Die Schiffe (Typus Magenta) erhielten 10 24 Cm.-Kanonen, die Fregatten (Typus Flandre) 4 24 Cm.- und 7 19 Cm.-Kanonen.

Der mexikanische Feldzug hatte aufs Neue dargethan, wie wichtig es für unsere Marine ist, den Kiel vor dem Anhängen von Gewächsen und Muscheln zu hüten. Diese Nothwendigkeit tritt für unsere Marine viel dringlicher wie für die britische auf, denn diese findet in ihren zahlreichen Kolonien Arsenale und Reparaturmittel, während unsere Schiffe im Kriegsfall nur die Häfen von Fort-de-France und Saigun und nur in letzterem Hafen ein wirkliches Arsenal zur Verfügung haben. Unsere Schiffe müssen daher so konstruirt sein, daß sie möglichst lange ohne Reinigung bleiben können. Nach den gelehrten Untersuchungen des Herrn Becquerel, nach den unfruchtbaren Versuchen des Chemikers Herrn Barnable über die Verkupferungen der Platten, nach den lange aber ohne Erfolg wiederholten Experimenten mit der zweiten Verkleidung des Schiffes des Fregatten-Kapitains Roux, versuchte man endlich die Anbringung einer mit Kupfer bekleideten Ausbauchung aus Holz auf dem Panzer. Wir werden später zu diesen Versuchen und ihren Resultaten zurückkehren.

Zu dieser Zeit kaufte die französische Regierung zwei in Hinsicht auf den Sklavenkrieg gebaute Schiffe, den Dunderberg (Rochambeau) und den Onondaga; das Verlangen sie bei der Eventualität eines Krieges wegen der Luxemburg-Affaire nicht Preußen zu überlassen und die Möglichkeit sich in den Besitz von 2 Schiffen zu setzen, wovon das eine bei der Rückkehr unseres Expeditions-Korps nach Frankreich uns vielleicht ernste Gefahren hätte bringen können, kann den Ankauf dieser Schiffe erklären.

In den ersten Monaten des Jahres wurde der Bau des Captain begonnen, bald darauf erfolgten die Versuche mit dem Prins Hendrik der Nederlanden, eines für die hollandische Regierung von den Herren Laird konstruirten Thurmschiffes. Die Reise dieses Panzerschiffes an den Küsten Frankreichs, des ersten dieser Art,

Digitized by Google

das eine vollständige Bemastung trug, gab den Parteigängen dieses Systems neue Beweisgründe und ließ die größten Hoffnungen zu Gunsten des Captain rege werden. Uebrigens war der Prins Hendrik der Nederlanden nur mit einem ganz ungenügenden Panzer versehen (113 Mm.) obgleich er die schwersten Geschütze dieser Zeit, 4 228 Mm.- (9zöllige Armstrong-Kanonen) trug.

Die preußische Marine, jetzt Bundesflotte, nahm zu dieser Zeit eine neue für den Bau von Panzerschiffen bestimmte Anleihe auf. In der Kammer erklärte der Admiral Jachmann, daß die Bundesflotte 16 Panzerfregatten zählen sollte, daß aber zu ihrer Vollendung 10 Jahre nothwendig wären. Der „Kronprinz" wurde in England bestellt. Die Arbeiten am „Wilhelm I." wurden so lebhaft betrieben, daß das Schiff Ende 1868 fertig wurde. Der Wilhelm I. zeigte, wie wir schon bemerkten, keine wirklich originelle Anordnung, aber es befanden sich auf ihm alle an Panzerschiffen neuerdings gemachten Vervollkommnungen vereinigt. Die Armirung mit 26 9zölligen Krupp'schen Kanonen (Geschosse von 150 K.) ein Schuß nach vorn und hinten, der durch die Plazirung der Geschütze auf dem Kastell des Schiffes unter dem Schutz von Querwänden, die sich in Form eines halbrunden Schildes zurückbiegen, gewonnen wird, eine Panzerung von 203 Mm. an der Wasserlinie, eine nach Versuchen auf 14 Knoten festgestellte Geschwindigkeit, sehr vervollkommnete Maschinen, die nur verhältnißmäßig wenig Kohlen verbrauchen und doch trotz der geringen Ausrüstung von 700 Tonnen Kohlen eine beträchtliche Entfernung zurücklegen können, alles dies vereinigt sich, um dieses Schiff zu einer der mächtigsten Kriegsmaschinen zu machen. Auch die horizontale Bedeckung ist erwähnenswerth. Das Deck des Kastells und der Batterie war mit 12 Mm. starken Blechen, die zur Festigkeit des Baues beitragen, bedeckt. Indessen war dies in Hinsicht auf die horizontale Bekleidung nichts Neues, denn schon 1858 war das Deck der ersten französischen Fregatten mit 10 Mm. starken Blechen belegt worden. Man mußte bald die Nothwendigkeit, den Kampfschiffen eine größere horizontale Panzerung zu geben, einsehen, um dieselben gegen das bohrende Feuer der Kastellgeschütze und der Küsten-Batterien zu schützen.

Ende 1867 hatten die verschiedenen Stationen Europas schon Kampfflotten, die nur aus Panzerschiffen bestanden. England besaß 28 Fregatten und Korvetten, Frankreich 17 Panzerschiffe, Italien 15,

Digitized by Google

Oesterreich 7, Spanien 6, die anderen Nationen Europas 11. Brasilien wurde durch den Krieg mit Paraguay gezwungen speziell für den Flußkrieg Schiffe zu bauen und stellte an Seite des Brazil und Bahia andere Panzerschiffe, die zur Küstenvertheidigung, einige sogar zum Kampf auf hohem Meer bestimmt waren, ein. Alle gehörten der Klasse kleiner Monitors an, deren interessante Bauart wir später beschreiben werden.

1868. Kreisrunde Panzer-Batterien von Elder. — Der Eintritt des Herrn Reed in den Admiralitäts-Rath im Jahre 1863 hatte hauptsächlich zur Folge, daß verhältnißmäßig kurze sehr bewegliche Panzerschiffe, wie der Minotaur, gebaut wurden, deren Länge sich zur Breite wie 6,73 zu 1 verhielt. Die Tendenz, die Länge zu vermindern, sprach sich immermehr aus und erhielt 1868 ihre äußerste Grenze in dem Projekt, welches Elder zuerst vorschlug, kreisrunde Schiffe, die aus zwei an ihrer Basis vereinigten sphärischen Scheiben gebildet werden, zu bauen; die oberste Scheibe sollte das todte Werk zum Schutz der Artillerie, die in einer gewöhnlichen Batterie, in Thürmen oder in einem hohen Thurm, durch dessen Anwendung man ein sehr bohrendes Feuer erhalten würde, untergebracht sein sollte, tragen. Dieser Vorschlag vereinigte für die zum Küstenkriege bestimmten Schiffe sehr wichtige Vortheile: große Stabilität, die Möglichkeit den Panzer, wegen des spitzen Winkels unter dem die Geschosse die Wände treffen würden, zu verringern, Verringerung der Oberfläche des unter Wasser gehenden Theils des Schiffs für ein gegebenes Volumen auf ein Minimum, in Folge dessen die Möglichkeit dem Boden einen leichten Panzer zu geben, der ihm einige Sicherheit gegen die Wirkung der Torpedos bietet, endlich und besonders eine größtmögliche Leichtigkeit des Wendens. Diese letzte Eigenschaft, die Elder vor Allem in seinem Projekt zu erhalten suchte, erlaubte aus dem Schiff selbst einen wahren Thurm zu machen und es obendrein beim Uebersegeln wie eine riesige Kreissäge zu gebrauchen, die in die Wände des feindlichen Schiffes mit der scharfen Verbindungskante der Scheiben eindringen sollte. Die große Schwierigkeit, die die Verwirklichung dieses Projekts bot, bestand in dem hydraulischen System zum Vorwärts- und Rückwärtsbewegen. Die bis zu dieser Zeit mit dem Nautilus, dem Waterwitch u. s. w. erhaltenen Resultate schienen zu beweisen, daß dieses System für die Praxis wenig Wirksamkeit hätte, auch beschloß man in der Folge, nicht

Digitized by Google

kreisrunde Batterien zu bauen. Später war die russische Marine, die erste, die diese Richtung verfolgte.

Die russische Marine, die bis jetzt der von der englischen und französischen angegebenen Richtung gefolgt war, ergriff nun die Initiative zu kühnen Versuchen, zu Fortschritten nicht allein im Bau, sondern auch zur Verwendung von neuen Kriegsmaschinen. Einerseits wurden auf den Werften der Neva nach den Plänen des Admiral Popoff Thurmfregatten mit einem Panzer von 304 Mm. gebaut; andererseits unternahm das baltische Geschwader unter der einsichtsvollen Leitung des Admiral Boutakoff lange und belehrende Studien über die neue Seetaktik der Panzerschiffe und die lehrende Theorie in die Praxis übersetzend, versuchte es mit den Monitors die Entwickelung des Kampfes mit dem Widder zu zeigen.

Monitors mit Brustwehr. (Breast-work monitors.) — Die englischen Kolonien forderten Panzerschiffe zu ihrem Schutz. Reed versuchte die Thurmschiffe des Kapitain Coles und Ericson zu verbessern und schuf den Typus des Reduit-Monitors (Breast-work monitors) auf welche eine solide gepanzerte Schulterwehr die Basis der Thürme, die inneren Theile der Schwenkbahn und die Eingänge schützen sollte. Der Cerberus ist das erste Schiff dieser Art; er bezeichnet einen hervorragenden Punkt in der Geschichte der Panzerflotte, denn bald darauf baute die englische Regierung nach denselben Prinzipien große Kriegsschiffe, die Devastation und den Thunderer, die nach dem Ausspruch der Prüfungs-Kommission für die englische Marine als die Kriegsschiffe der unmittelbaren Zukunft betrachtet werden müssen. Ohne diesen Ausspruch hier zu besprechen, müssen wir bemerken, daß die kürzlich mit der Devastation stattgehabten Versuche die Meinung des englischen Komitees von 1871 zu befestigen schienen.

Gleichzeitig mit den Reduit-Monitors ließ die Admiralität 2 neue Fregatten (Typus Audacious) bauen, Schiffe ohne Masten aber mit bedeutender Kohlenausrüstung und ein nach denselben Prinzipien gebautes aber bedeutend größeres Schiff, den Sultan, der hinter einer Panzerung wie die des Hercules (229 Mm.) 8 Kanonen von 254 Mm. (10zöllige) und 18 Tonnen Gewicht und 3 Kanonen von 12 Tonnen tragen sollte.

Die mit den 24Cm.-Kanonen erhaltenen Resultate erlaubten unsere Panzerschiffe völlig damit auszustatten. Nach ihnen traten 27Cm.-Geschütze zur Armirung. Der Ocean erhielt 4 27Cm.-

Digitized by Google

und 6 24 Cm.-, der Rochambeau 4 27 Cm.- und 11 24 Cm.-Kanonen.

Von jetzt an verlassen wir die Schaffungsperiode der Panzerschiffe, sie bilden schon jetzt oder in nächster Zeit die Flotten der verschiedenen Nationen Europas. 1868 und 1869 wurden in Frankreich der Ocean und der Marengo, Widderschiffe in Art des Cerbère, in England der Hercules und Monarch, Fregatten in Art des Audacious und der Captain, die ersten Reduit-Monitors von Stapel gelassen. An Stelle dieser Schiffe liegen in Frankreich Panzerschiffe (Typus Richelieu) in England die großen Monitors (Typus Devastation) auf den Werften. Mit einer Schnelligkeit, die nicht vorhergesehen werden konnte, wird der Panzer aller dieser Schiffe unzulänglich, denn gegenüber den englischen 305 Mm.-Kanonen mit Geschossen von 272 K., die auch in Frankreich, Deutschland und Rußland Rivalinnen finden, sind 300 Mm. das Minimum der Panzerung. Hier hören im Augenblick die von den Panzerflotten gemachten Fortschritte auf: mit Redoutable und Tonnerre in Frankreich, Peter dem Großen in Rußland, Fury und Superb in England. Es ist anzunehmen, daß wir an der Grenze der Panzerstärke, deren Abmessungen durch die Geschwaderschiffe selbst bestimmt werden, angekommen sind.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

III.

Betrachtungen über den Werth von großen und kleinen Festungen und die Art sie anzugreifen.

Die besonderen Gestaltungen des Krieges 1870/71, welche den Einfluß von Festungs-Anlagen sehr erheblich zur Geltung brachten, haben die allgemeine Aufmerksamkeit sehr entschieden nach dieser Richtung hingelenkt. Während die zur Zeit berufenen Personen nicht säumten, sich über die erforderlichen Maßnahmen schlüssig zu machen und deren Ausführung einzuleiten, ließen nicht allein Fachmänner, sondern auch Laien es sich angelegen sein, die Festungsfrage zu studiren oder wenigstens sich mit ihr zu beschäftigen.

Manches Resultat dieser Studien resp. Beschäftigungen ist bereits in die Oeffentlichkeit getreten und hat, wie nicht anders zu erwarten war, gezeigt, daß die Erfahrungen des letzten Krieges die Gedanken geleitet hatten.

So bestimmt wir nun die Berechtigung dieses Leitfadens anerkennen, weil sich nur in den neuesten Erfahrungen der heutige Standpunkt der Kriegskunst und die heutige Vollkommenheit der Waffen Geltung verschaffen kann, so bestimmt müssen wir doch davor warnen, diesen Leitfaden zu einem fesselnden Bande des Geistes zu machen.

Die unaufhaltsam fortschreitende Entwickelung der Ideen, die stets weiter gehenden Verbesserungen der Schutz- und Trutzmittel und die Erkenntniß der Fehler der Vergangenheit führen nothwendig dahin, daß das in dem letzten Kriege Erlebte nicht leicht in derselben Gestalt in einem folgenden wiederkehren kann.

Führt diese Erwägung aber schon dahin, sich mit Vorsicht auf Erfahrungen zu stützen, welche in ihrem Wesen und inneren Zusammenhange genau bekannt geworden sind, so leuchtet die Gefahr

Digitized by Google

ein, welche man läuft, indem man oberflächlich bekannte Fakta's sich als Erfahrungen zurecht legt und dann wohl aus Mißverständnissen Folgerungen und die Basis für wichtige Entschlüsse zieht.

Die vorstehenden Gedanken haben sich uns in Bezug auf die Festungsfrage dadurch aufgedrängt, daß wir fast nur noch mit der äußersten Geringschätzung von dem Werthe kleiner Festungen reden und alle Festungen ohne sehr weit vorgeschobene Forts als ziemlich unhaltbar bezeichnen hören. Und daß man andererseits die gewünschten großen Festungen mit weit detachirten Forts als nahezu unbezwingbar ansieht.

Wir erlauben uns daher in den nachfolgenden Betrachtungen der Frage nach dem Werth von großen und kleinen Festungen und der Art sie anzugreifen näher zu treten.

Folgen wir nun dem Leitfaden der Erfahrungen des letzten Krieges, so sehen wir, daß schließlich die ganze Reihe von Festungen und festen Plätzen, mit denen es die deutsche Armee ernstlich zu thun hatte, übergeben wurde, und daß es, abgesehen von Belfort, nur die beiden mit weit detachirten Forts versehenen Plätze Metz und Paris waren, welche sehr bedeutende Angriffsmittel lange Zeit zu fesseln vermochten. Wollten wir aber hieraus ohne Weiteres folgern, daß Metz und Paris zeigen, wie starke Festungen angelegt werden müssen und daß die Anlage aller übrigen bekämpften französischen Festungen eine verfehlte gewesen sei, so dürfte uns dies doch auf sehr falsche Wege leiten.

Wir würden nach dieser Folgerung dahin gelangen, nicht allein alle kleineren Festungen, mit einer Besatzung von 3—5000 Mann, sondern, da auch die größere Festung Straßburg einem ernsten Angriff verhältnißmäßig bald unterlag, größere Festungen ohne weit detachirte Forts zu verwerfen und nur Plätze nach dem Muster von Metz und Paris bestehen zu lassen. Wohin die Durchführung einer solchen Ansicht führen würde, soll aus vorliegenden Betrachtungen ersichtlich gemacht werden, nachdem wir gesehen haben, warum die Erfahrungen des letzten Krieges eine solche Folgerung nicht gestatten.

Da nur einwandfreie Resultate ohne Weiteres zu Schlüssen berechtigen, so haben wir zu berücksichtigen, welche Einwände gegen das Resultat, daß kleine Festungen und große ohne weit detachirte Forts sich nicht lange zu behaupten vermochten, zu machen sind;

Digitized by Google

und finden drei so wichtige Einwände, daß schon einer derselben genügen würde, ganz unerwartete Resultate herbeizuführen.

Im Allgemeinen waren die angegriffenen Festungen nicht den heutigen Bedürfnissen entsprechend korrigirt worden, so daß es namentlich der angreifenden Artillerie zuweilen möglich wurde, gleich in ihrer ersten Aufstellung an die Oeffnung des Hauptwalles zu denken; und daß es in der Mehrzahl der Plätze entweder gänzlich, oder doch sehr bedeutend an Unterkunftsräumen für lebende und todte Vertheidigungsmittel fehlte, welche Sicherheit gegen die feindlichen Geschosse gewährten.

Ferner war die Ausrüstung der Festungen nach allen Richtungen hin eine ungenügende. Dies erscheint sehr begreiflich, weil sich selbst die Armeen, mit welcher der Feind in Berlin einrücken wollte, nicht genügend vorbereitet zeigten, und da die Annahme, daß die eigenen Festungen sich zu vertheidigen haben könnten, den Franzosen ziemlich fern lag. Namentlich waren es die Besatzungen der Festungen, denen es an Vollständigkeit und innerem Halt fehlte.

Endlich aber konnten die gewaltigen Schläge von Wörth, Gravelotte, Sedan ꝛc. nur einen sehr nachtheiligen Einfluß auf die Zähigkeit der Vertheidigung sichtlich vernachlässigter Plätze ausüben.

Müssen wir nun diese Umstände bei der Beurtheilung der kürzeren Vertheidigungen in Rechnung ziehen, so liegt uns andererseits die Pflicht ob, bei Metz und Paris den längeren Widerstand den dort anwesenden großen Armeen zuzuschreiben. Der Angreifer beschäftigte sich im Wesentlichen nur mit diesen Armeen und war bestrebt, sie moralisch und physisch auszuhungern. Der Artillerie-Angriff auf Paris kann nur als ein sehr nützliches Hülfsmittel, aber nicht als ein entscheidendes angesehen werden.

Die Forts von Metz und Paris waren den eingeschlossenen Armeen nützlich und nothwendig, würden aber an ihrem Werth bedeutend eingebüßt oder gar der Festung zum Nachtheil gereicht haben, wenn diese nur mit einer dürftigen oder gar unzureichenden Besatzung versehen gewesen wären.

Bei der Beurtheilung der Resultate des jüngsten Festungskrieges nahmen wir Belfort aus, weil sich dasselbe in einer ganz besonderen Lage befand. Dem Umfange der Hauptfestung nach, kaum von mittlerer Größe, wurde es während der fortschreitenden Belagerungen von Straßburg, Schlettstadt und Neu-Breisach

Digitized by Google

genügend gewarnt, durch seinen, dem Ingenieur-Korps angehörigen Kommandanten, für die auch ihm bevorstehende Belagerung möglichst vorbereitet. Die mit dem Inneren von Frankreich offene Verbindung begünstigte die Vervollständigung der Dotirung und das Verständniß des Kommandanten ließ die Bedürfnisse erkennen. Namentlich gelang es auch vorgeschobene Werke vertheidigungsfähig herzustellen und die Garnison der Zahl nach stark zu machen. Der dem Angreifer geleistete Widerstand war deshalb verhältnißmäßig groß. Eingeschlossen vom 2. November und belagert vom 2. Dezember 1870, wurde es erst am 18. Februar übergeben, und zwar nicht, weil es förmlich besiegt, sondern eigentlich, weil der Krieg zu Ende war.

Wollen wir aber den Werth von großen und kleinen Festungen, unabhängig von zufälligen Umständen, erkennen, dann werden wir auch unabhängig von diesen betrachten müssen, was solche Festungen bedürfen und was sie dann zu leisten vermögen.

Die Bedürfnisse der Festungen werden, je nach ihrer Größe, sehr verschieden sein, und zwar nicht allein in Bezug auf die Erbauungs- und Unterhaltungskosten und die Kosten, welche das Courrenterhalten mit den neueren Fortschritten verlangt, sondern auch in Bezug auf die entsprechende Ausrüstung mit todten und lebenden Vertheidigungsmitteln. Erwägt man, daß es leichter ist, einem kleinem als einem großen Körper inneren Halt und Festigkeit zu geben und daß die bei den Festungen wesentlich in Frage kommenden Umfänge dreimal so schnell als die Durchmesser wachsen, so wird man von vornherein erkennen, daß man mit der Forderung von größeren Festungen nicht einfach, sondern mindestens dreifach größere Leistungen beansprucht. Geht man aber weiter und verlangt nicht allein große Festungen, sondern auch solche, bei denen die äußersten Werke, detachirte Forts, so weit von dem Hauptkörper abgetrennt sind, daß sie seiner direkten Unterstützung entbehren, dann hat man es nicht allein mit einem gewaltigen, nach Meilen zu berechnenden Umfange zu thun, sondern sieht sich auch genöthigt, diese auf sich selbst angewiesenen Forts in weit ausgiebigerer Weise auszustatten, als wenn sie in naher Verbindung mit dem Hauptwalle ständen.

Diese Forts, welche aus Gründen der Terrainbeschaffenheit oder zu großer Steigerung der Bedürfnisse, nur in beschränkterer Zahl erbaut werden können, erhalten dann auch unter sich häufig

Digitized by Google

solche Entfernungen, daß die dringend nothwendige gegenseitige Unterstützung zu einem Minimum herabsinkt, und man auf Mittel sinnen muß, die abgetrennten und verhältnißmäßig schwachen Glieder mit dem Hauptkörper in Verbindung zu setzen und dadurch möglichst zu kräftigen. Telegraphen und Eisenbahnen werden hierin Manches thun können, aber namentlich die Letzteren bei zu ungünstigen Terrainverhältnissen oder zu gefährlichen Angriffen leicht ihre Dienste versagen.

Solche Festungen werden eben einer Armee bedürfen, welche die Zwischenräume zwischen den Forts und dem Platze und zwischen den Forts unter sich benutzt, um den Angreifer durch Ausfälle oder Errichtung provisorischer Schanz- und Batterie-Anlagen im Schach zu halten, und das gewaltige Festungs-Gerippe zu einem lebenskräftigen Körper zu machen.

Fragt man nun nach den vorhandenen Mitteln um die Bedürfnisse der Festungen zu befriedigen, so könnte man vielleicht den Kostenpunkt als nebensächlich bei Seite lassen. Da die Summen aber bei ausgedehnten Forderungen zu so riesiger Größe anwachsen, daß ihre Herbeischaffung einen großen Reichthum oder außergewöhnliche Einkünfte erfordert; und da bei den heutigen Einrichtungen über die Bewilligung der Mittel Personen sprechen, welche zum Theil den Werth des Geldes sehr genau, den der Festungen aber weniger kennen, so ist es mindestens nicht gleichgültig, ob die Forderungen das ein-, drei- oder fünffache betragen.

Auch die nöthigen, eventuell sehr umfangreichen Arbeiten könnten als ausführbar angesehen werden, welche durch die Erbauung, Erhaltung und Ausstattung kleinerer oder größerer Festungen erfordert werden.

Dagegen treten erhebliche Bedenken auf, in Betreff der Bereitstellung der lebenden Vertheidigungsmittel, wenn die Forderungen ein gewisses Maß überschreiten. Ein jeder Platz bedarf einen einsichtigen, instruirten und energischen Kommandanten; aber mit der Größe des Platzes und der Ausdehnunn seiner getrennten Theile auf weite Entfernungen werden die Anforderungen an seine geistigen Kräfte in überaus hohem Maße gesteigert. Es mag leicht sein, post festum in einem Kriegsgericht die Fehler der Vertheidigung einer Festung zu ermitteln, aber gewiß ist es nicht leicht, sie bei den gewaltigen Dimensionen einer großen Festung alle zu vermeiden.

Digitized by Google

Bei solchen Plätzen bedürfen aber auch die detachirten Theile eigene Kommandanten und zwar um so tüchtigere, je weiter die Theile, die Forts, detachirt und selbstständig sind. Alle diese Kommandanten müssen in ihrem Rayon orientirt sein und dürfen deshalb nicht erst kurz vor dem Angreifer eintreffen. Sie gehen also der Feldarmee verloren und stellen einen um so größeren Verlust dar, je größer die Zahl der Festungen und des Bedarfs in jeder einzelnen ist.

Es mag aber kein Mangel an dergleichen ausgezeichneten Personen sein, und fragen wir nun nach den Besatzungen.

Die Mehrzahl der kleineren französischen Festungen, welche angegriffen und genommen wurden, hatten, wenn auch vielleicht nicht ganz normal, eine Besatzung von 3—4000 Mann. Die größere Festung Straßburg, auch ohne weit detachirte Forts, 17000 Mann, also das 4- bis 5fache; und würde etwa das 6- bis 7fache bedurft haben, wenn jene Forts vorhanden gewesen wären.

Nimmt man auch an, daß nur ein Theil der vorhandenen Festungen gleich bei Ausbruch des Krieges, oder im Verlauf desselben, mit der vollständigen Garnison versehen werden muß, so werden doch alle übrigen wenigstens eine mehr oder weniger starke Friedensgarnison behalten müssen und wird man zur Vermeidung sehr großer Gefahren die Zahl der vollständig dotirten Festungen nicht zu gering bemessen dürfen.

Diese Zahl wird mindestens alle Festungen des Kriegstheaters umfassen müssen und sehr leicht kann es mehr als ein Kriegstheater geben.

Veranschlagt man hiernach den Bedarf an Besatzungen und nimmt auf jedem Kriegstheater etwa 3 große Festungen à 20—30000 Mann, also bei 1—2 Kriegstheatern 75—150000 Mann und für alle übrigen Festungen nur resp. 75 und 50000 Mann an, so ergiebt sich für die gesammten Festungs-Besatzungen eine Armee von 150—200000 Mann. Sollen auch diese Zahlen in keiner Weise einen Anspruch machen, auf bestimmten Berechnungen zu beruhen, so sind sie doch im Allgemeinen mäßig veranschlagt und zeigen, wie wesentlich der Unterschied ist, ob kleine, mittlere oder Riesenfestungen zu dotiren sind. Sie sprechen es aus, daß man bei der Bestimmung von Festungsbauten berücksichtigen muß, ob es dem Staate möglich ist, sie im Bedarfsfalle mit ausreichender Besatzung zu versehen, ohne die Aufstellung von Feldarmeen in nachtheiliger

Digitized by Google

Weise zu beeinträchtigen. Diese Fessel ist schon dann nicht zu verkennen, wenn man es unbeachtet läßt, daß die großen Festungen mit weit detachirten Forts zu ihrer Ergänzung noch einer eigenen Armee bedürfen, und wenn man sich der, zuweilen vielleicht trügerischen, Hoffnung hingiebt, daß diese Armee im Falle der Noth zur Stelle sein wird.

Alle diese Erwägungen scheinen mit Entschiedenheit darauf hinzuweisen, daß man nur dann zum Ban von größeren Festungen und namentlich solchen mit weit detachirten Forts schreiten soll, wenn andere und kleinere dem Zwecke nicht entsprechen.

Sehen wir nun, für welche Zwecke die großen Festungen mit weit detachirten Forts nothwendig erscheinen, wann größere Festungen mit näher gelegenen Forts ausreichen, und ob und wann nicht auch kleinere Festungen oder einzelne Forts genügen.

Voraussetzen müssen wir, daß alle Festungen, der größten wie der kleinsten Art, welche der Staat zu seiner Vertheidigung benutzen will, von ihm nicht allein in gutem baulichen Zustande erhalten und rechtzeitig mit genügender Ausrüstnng und Proviant versehen, sondern auch den Anforderungen der Neuzeit entsprechend konstruirt resp. korrigirt sind; und daß in letzterer Beziehung namentlich nicht versäumt ist, das Mauerwerk ausreichend zu decken und die erforderlichen gesicherten Unterkunftsräume für die lebenden und todten Vertheidigungsmittel zu beschaffen. Dürfen wir dies voraussetzen, dann werden alle Festungen, ohne Ausnahme, feste Plätze oder Punkte darstellen, welche der Feind respektiren muß. Zu ihrer Bewältigung werden die bei den Feldarmeen mitgeführten Mittel nicht ausreichen und wird Belagerungsmaterial herbeigeschafft werden müssen, was mindestens Zeitaufwand erfordern und unter Umständen Schwierigkeiten herbeiführen wird, welche geeignet sein können, die Angriffsunternehmung aufzugeben.

Wohl die Macht, aber nicht die Festigkeit des Platzes wird von seinem Umfange abhängen.

Während die Macht eines kleinen Platzes sich in der Sicherung des Besitzes und der Beherrschung eines kleineren Rayons, oder Fesselung geringerer feindlicher Kräfte, erschöpfen kann, wird sie sich mit der Größe des Platzes nach verschiedenen Richtungen steigern.

Je größer die Festung ist, um so mehr wird sie im Stande sein, einen Depotplatz für Kriegsmaterial zu bilden und die Ab-

Digitized by Google

gänge in den Feldarmeen oder wenigstens bei den in der Nähe befindlichen kleineren Abtheilungen zu ersetzen.

Mit der Größe des Platzes und seiner Besatzung wird auch seine Wirkungssphäre wachsen. Er wird geworfenen Heeres-Abtheilungen ein Sammel- und Stützpunkt sein und nicht mehr durch schwache feindliche Kräfte im Schach zu erhalten, die Freiheit haben, Unternehmungen gegen avancirende feindliche Korps auszuführen. Er wird je nach seiner Größe kleineren oder größeren Abtheilungen der eigenen Armee das Rückwärts- oder Vorwärts-Ueberschreiten von bedeutenden Terrainhindernissen sichern und wird den Feind zwingen, wenn er einen Angriff unternehmen will, ansehnliche Kräfte und Mittel zu versammeln.

Eine große Festung mit einer thätigen Besatzung wird nicht so leicht einzuschließen sein, und wenn sie eingeschlossen ist, dem Feinde eine große Front darbieten, welche nicht mit geringen Mitteln erfolgreich bekämpft werden kann. Diese Front wird schon bei dem Vorhandensein von Vorwerken, welche keiner Festung fehlen dürfen, ansehnlich sein und bedeutend vergrößert erscheinen, wenn Forts in solcher Nähe des Hauptplatzes vorhanden sind, daß sie von ihm eine unmittelbare Unterstützung erhalten können. In diesem Falle wird die Festung die meisten Kräfte zu entwickeln und dem Angreifer den Kampf am schwierigsten zu machen vermögen. Sind die Forts weiter detachirt und deshalb auf sich selbst angewiesen, dann verliert die Front unzweifelhaft an Kraft.

Eine große Festung wird endlich noch den Vortheil vor einer kleinen voraushaben, daß sich in der umschlossenen Stadt verschiedenartige Mittel vorfinden werden, welche sehr zweckmäßig für die Vertheidigung zu verwenden sind.

Der Nutzen weiter detachirter Forts, welcher durch ansehnliche Vermehrung der Kosten und Vertheidigungsmittel, sowie durch Schwächung der dem Angreifer entgegengestellten Front, erkauft werden muß, kann nur darin gefunden werden, daß entweder Punkte im Vorterrain, welche dem Angreifer vorzugsweise günstig sind, in die Vertheidigung gezogen werden, oder daß die Anlage speziell für die Operationen der Feldarmeen berechnet ist. Ganze Armeen können allerdings nur in dem Bereich weit detachirter Forts zeitweisen Schutz finden, wie wir es bei Metz im positiven und bei Sedan im negativen Sinne bestätigt gesehen haben. Für

Digitized by Google

die Dauer graben aber auch diese Forts der Armee und sich selbst das Grab.

Einem Vortheil der weit detachirten Forts, auf welchen man gern ein großes Gewicht legt, können wir den besonderen Werth nicht zuerkennen. Es ist dies der Vortheil, das Innere der Stadt gegen ein Bombardement zu sichern. Abgesehen davon, daß die Sicherung auch bei den riesigsten Dimensionen eine zweifelhafte ist, wie dies Paris gezeigt hat, so fragt es sich, ob sie so werthvoll ist, daß man deshalb bedeutendere Nachtheile in den Kauf nehmen kann. Die Erfahrung des letzten Krieges hat gezeigt, daß das Bombardement die Einnahme der Plätze verhältnißmäßig wenig beschleunigt hat, und deshalb eingestellt oder gar nicht angewendet wurde. Kann man aber durch das Bombardement auf die Vertheidigung keinen Einfluß üben, dann hat man eben so wenig Veranlassung es gegen die von Wällen eingeschlossenen als gegen die offenen Städte anzuwenden, und der Vortheil des weiten Detachirens der Forts ist verloren. Wird aber selbst ein Versuch mit dem Bombardement gemacht, dann sind zwar größere oder geringere Beschädigungen von Privaten unvermeidlich, aber fraglich bleibt es dennoch, ob diese Schäden den Vortheil aufwiegen, den die Privaten in Festungen dadurch genießen, daß sie nur im Falle eines wirklichen Angriffs in Anspruch genommen werden, während sie sonst und im glücklichen Fall während des ganzen Krieges nur ihre in offenen Städten oder auf dem Lande lebenden Mitbürger leiden sehen. Eine übergroße Rücksicht bei der Anlage von Festungen scheint dieses Verhältniß jedenfalls nicht zu erfordern, da für die nöthige Sicherung der Vertheidigungsmittel ohnedies gesorgt sein muß.

Aus diesen Betrachtungen möchten wir nun folgern, daß nicht dieselbe Festungsanlage für alle Verhältnisse paßt, und daß auch bei dieser Frage die Oekonomie eine entscheidende Stimme hat.

Man wird in jedem einzelnen Falle sich Rechenschaft geben müssen, ob überhaupt eine Festungsanlage, oder die Erhaltung einer bestehenden Festung, gerechtfertigt erscheint, und bei erkanntem Bedürfniß festzustellen haben, welchem Zweck die Anlage dienen soll, um dann bestimmen zu können, welche Art der Befestigung zu wählen ist.

Handelt es sich um die Gewinnung eines großen Depotplatzes für lebendes und todtes Kriegsmaterial, welcher an einer der

Digitized by Google

Hauptoperations-Linien der Armee und zwar an einem bedeutenden Terrainhinderniſſe, großem Fluß ꝛc., ſo gelegen iſt, daß er das Paſſiren der Armeen zu ſichern vermag, ſo wird der Platz befeſtigt und ihm eine Größe gegeben werden müſſen, welche den eigenen Mitteln und den Mitteln des Feindes entſpricht, welche er bei richtiger Würdigung ſeines Geſammtintereſſes dagegen zu verwenden vermag.

Sind die Verhältniſſe danach angethan, daß dem Feinde die Verwendung möglichſt großer Angriffsmittel angezeigt iſt und die Terraingeſtaltung ihre Entwickelung zuläßt, dann werden auch für die Vertheidigung, d. h. für die Herſtellung der Feſtung, unter Berückſichtigung der Geſammtkräfte des Staates und der ſonſtigen, an ſie zu machenden Anforderungen, die möglichſt größten Mittel aufgewendet werden müſſen. Wollte man unter dieſem Maaße zurückbleiben, dann liefe man Gefahr, die Kräfte des Platzes von der Uebermacht des Feindes erdrückt zu ſehen, ehe der Platz ſeine Aufgabe erfüllt hat. Die aufgewendeten zu geringen Mittel würden ſich dann mehr nachtheilig als nützlich erweiſen.

Geht man aber andererſeits über das Bedürfniß hinaus und läßt es an der Rückſicht auf die Geſammtkräfte und Geſammtbedürfniſſe fehlen, dann muß natürlich an anderen Stellen Mangel eintreten, welche die fehlende Oekonomie ſehr empfindlich ſtrafen kann. Rückſicht auf die Größe der etwa zu befeſtigenden Stadt und auf das Privatintereſſe der Bewohner kann allerdings wohl beſtimmen, über das als richtig erkannte Maaß an Größe der Feſtung hinauszugehen. Man wird ſich dann aber darüber klar ſein müſſen, daß man ein Opfer gebracht und nicht einen Gewinn gemacht hat.

Hat man für die angedeuteten, und keine weiteren Zwecke, eine große Feſtung herzuſtellen, dann wird es möglichſt eine ſolche ſein müſſen, deren Hauptplatz mit Vorwerken unter Benutzung der neueſten Erfahrungen und Studien erbaut oder korrigirt iſt und welchem detachirte Forts in ſolcher Entfernung beigegeben ſind, daß ſie eine unmittelbare Unterſtützung vom Hauptplatze erhalten können.

Wollte man hier weiter detachirte Forts anwenden, ſo würde man dazu, wie wir zu erweiſen verſuchten, anſehnlich größerer

Digitized by Google

Mittel bedürfen, und dennoch dem Feinde eine schwächere Front darbieten. Man würde in die Lage kommen, entweder einen zu frühen Fall der Festung befürchten, oder, um ihn zu vermeiden, eine bedeutende Heeresabtheilung dort zurücklassen zu müssen, während man ihrer an einer anderen Stelle jedenfalls sehr bedürftig wäre. Auch hier könnte es sich nur um Konzessionen handeln, zu denen man durch die Terraingestaltung gezwungen oder durch die Rücksicht auf vorhandene Ortschaften außerhalb der Festung veranlaßt wäre, wenn man die Forts über den Vertheidigungsbereich des Hauptplatzes hinaus detachirte.

Die Festungen, wie wir sie für wünschenswerth halten, würden im Stande sein, der avancirenden Armee gesicherten Nachschub zu leisten, und der zurückgehenden ihren Rückzug auch über die angenommenen größeren Hindernisse zu decken. Sie würden sich dann so lange vertheidigen können, bis die Armee wieder gekräftigt und nach Aufnahme von Verstärkungen die Offensive von Neuem beginnen und den Entsatz ausführen könnte.

Wird dagegen von einer Festung verlangt, daß sie eine ganze Armee oder wenigstens eine große Heeresabtheilung selbst aufnehmen kann, um dieselbe vor der Vernichtung zu schützen, dann allerdings wird es erforderlich, durch weiteres Detachiren der Forts den nöthigen Raum zu schaffen, und die Nachtheile in den Kauf zu nehmen, welche damit verbunden sind.

Festungen, welche für diesen Zweck hergestellt werden, können aber doch nur eine Ausnahme bilden, welche durch die sorgfältigsten Ueberlegungen ihren Platz angewiesen erhalten.

Im letzten Kriege sollte Metz die französische Armee nicht aufnehmen, da sie sich ausgesprochenermaßen auf dem Rückmarsch nach Chalons befand. Jedenfalls wäre es auch für Frankreich vortheilhafter gewesen, wenn die Forts von Metz den kommandirenden Marschall nicht eingeladen hätten, sich mit Aufgabe seiner Rückzugslinie zu schlagen. Anders verhielt es sich mit Paris. Hier machten nur die Forts es möglich, daß das in dem Platze befindliche massenhafte Material zu einer Armee formirt wurde.

Wird es also nur wenige Fälle geben, in welchen das reine Kriegsinteresse die riesigen Anlagen von Festungen mit weit detachirten Forts verlangt, so wird es im Gegentheil nicht an der

Digitized by Google

Aufforderung fehlen, sich auch mit kleineren und kleinsten Festungen zu begnügen.

Abseits der Hauptoperations-Linien, wo nur kleinere Heeres-Abtheilungen berufen sind, ihre Thätigkeit zu entfalten, werden gesicherte Stützpunkte häufig sehr wünschenswerth, vielleicht nothwendig sein.

Hier müssen kleinere Festungen geschaffen oder vorhandene erhalten werden. Sie werden den geringeren feindlichen Kräften genügenden Widerstand leisten können. Sollte der Feind dagegen den Fehler machen, dorthin größere Kräfte zu ziehen, dann werden sie ihm an wichtigerer Stelle fehlen, und der Gegner es in der Hand haben, daraus Nutzen zu ziehen.

Aehnlich wird es an solchen Orten sein, welche zwar den Hauptoperations-Linien näher liegen, aber so beschaffen sind, daß der Feind nur geringe Mittel dagegen entfalten kann. Es können hier die kleinsten Festungen, selbst einzelne Forts, Sperrforts, den größten Nutzen gewähren.

Ehe daher das Aufgeben vorhandener kleinerer Festungen, deren weitere Erhaltung verhältnißmäßig geringere Opfer verlangt, beschlossen wird, müssen jedenfalls sehr eingehende Erwägungen angestellt werden. Führen diese aber zu dem Resultat, daß der betreffende Platz überflüssig ist, dann ist seine weitere Erhaltung auch schädlich, weil er die überaus kostbaren Vertheidigungsmittel zersplittert.

In diesem Falle dürften sich beispielsweise die Mehrzahl der kleineren Festungen im Nordosten von Frankreich befinden. Wären im letzten Kriege die Vertheidigungsmittel aller dieser Plätze in wenigen größeren concentrirt gewesen, dann hätten sie jedenfalls einen bei Weitem größeren Widerstand geleistet. Es hätte eines größeren Belagerungs-Korps bedurft, und dasselbe wäre nicht in der Lage gewesen, das in einer kleinen Festung eroberte Vertheidigungsmaterial zum Angriff gegen die nächste benutzen zu können.

Betrachten wir nun noch, ob und in welcher Weise die Größe der Festung einen Einfluß auf die Art, sie anzugreifen, ausübt, und ob vielleicht darin besondere Bestimmungsgründe zu finden wären, sich für die Herstellung einer oder der anderen Sorte zu entschließen.

Digitized by Google

Wir können hier nur den Fall ins Auge fassen, in welchem normale Verhältnisse zum förmlichen Angriff zwingen, weil alle anderen Fälle zu sehr von Zufälligkeiten abhängen, als daß es gestattet wäre, Schlüsse aus einem Beispiel auf ein anderes zu beziehen.

Muß man aber, zum Zweck der Einnahme eines Platzes, sich des förmlichen Angriffs bedienen, dann geht bei jeder Art von Festungen das Streben dahin, sich einen Eingang in dieselbe zu verschaffen, um ihre Besatzung niederwerfen zu können. Es wird die Thätigkeit des Angreifers deshalb überall das Ziel verfolgen, zunächst Herr über das nach Außen gerichtete Feuer des Platzes zu werden und es möglichst vollständig zum Schweigen zu bringen, um eine gesicherte Annäherung zu erreichen. Demnächst wird es sich um eine Oeffnung und schließlich um den Sturm des Platzes handeln.

Die erste und Hauptaufgabe, der Bewältigung des vertheidigenden Außenfeuers, findet ihre Schwierigkeit darin, daß der Vertheidiger die Gestaltungen des Terrains möglichst zu seinem Vortheil benutzt und alle Mittel der Kunst angewendet haben wird, um seine Vertheidigungsmittel aller Art gegen die Gefahren des Kampfes zu schützen.

Dagegen hat der Angreifer den Vortheil, daß er sich einen möglichst günstigen Punkt für den Angriff auswählen kann und nur die Vertheidigungsmittel an diesem Punkte zu bekämpfen braucht, während der Vertheidiger auf dem ganzen Umfange seines Platzes gegen einen Angriff vorbereitet sein muß. Der Angreifer hat ferner den Vortheil, daß, insofern das Terrain keine Hindernisse darbietet, er auf einem größeren Kreise, mehr Raum findet, um bedeutendere Mittel zu entwickeln und sich nicht durch die Fortifikationen eingeengt sieht. Endlich hat er den Vortheil, daß er die unmittelbar thätigen lebenden Kräfte ablösen und ihnen an rückwärtigen gesicherten Orten Erholung gewähren kann, während dieselben Kräfte des Vertheidigers, selbst bei ausreichend vorhandenen Unterkunftsräumen, fortdauernd belagert und beunruhigt bleiben.

Ist nun anzunehmen, daß bei jeder neu erbauten, oder gut erhaltenen und korrigirten älteren Festung, eine zweckmäßige Be-

Digitized by Google

nutzung des Terrains und eine kunstgerechte Einrichtung der Werke, ohne Rücksicht auf ihre Größe, stattgefunden hat, dann bleiben nur diejenigen Unterschiede bestehen, welche von der Größe des Platzes unzertrennlich sind. Es werden dies Folgende sein:

Die größere Festung bedarf einer bedeutenderen Besatzung, welche auch zu störenden Unternehmungen gegen den Angriff zu benutzen ist. Die Front, welche eine große Festung dem direkten Angriff entgegenstellt ist größer als bei einer kleinen, sie wird daher den Angreifer nöthigen, vermehrte Angriffsmittel aufzuwenden.

Gleichzeitig ist die Angriffsfront bei einer großen Festung weniger gekrümmt, als bei einer kleinen. Sie kann daher weniger umfaßt werden, und der Angreifer findet ihr gegenüber, in dem wenig größeren Bogen, verhältnißmäßig weniger Raum für die Entwickelung von überlegenen Angriffsmitteln, als dies bei einer kleinen Festung der Fall ist.

Endlich findet der ruhende Theil der Besatzung in einer großen Festung eher einen Ort für ungestörte Erholung, als dies in einem kleinen Platze möglich sein wird.

Von diesen aufgeführten Vorzügen einer großen Festung beziehen sich die ersteren drei auf die wahrscheinlichen Stärkeverhältnisse, deren Veranschlagung als nothwendiges Erforderniß für die Bestimmung der Größe des Platzes festgehalten werden muß. Hat nun trotzdem die Erwägung ergeben, daß für eine bestimmte Stelle eine kleinere Festung genügt, d. h. ihr vernünftiger Weise keine unverhältnißmäßig großen Kräfte gegenübergestellt werden können, dann verlieren an dieser Stelle auch die angedeuteten Vorzüge ihre Bedeutung, und es bleibt nur der eine Vorzug, der geringeren Beunruhigung des nicht agirenden Theiles der Besatzung übrig. Dieser Vorzug, so fühlbar er auch unter Umständen werden kann, wird sich indessen niemals zu einer solchen Bedeutung erheben können, daß darum an Stelle einer sonst genügenden kleinen Festung eine große gesetzt werden müßte; und daß es darum einer kleinen Festung nicht gelingen sollte, siegreich aus dem Kampfe mit dem Angreifer hervorzugehen.

Kann aber der Geschützkampf an sich keinen Bestimmungsgrund abgeben, sich für eine bedeutendere Größe der Festung zu

Digitized by Google

entscheiden, dann können es die anderen Aufgaben der Belagerung, die Herstellung einer Oeffnung und des Sturmes, noch weniger, weil diese fast vollständig unabhängig von der Größe des Platzes sind. Selbst beim Sturm wird die Größe der Besatzung wenig ins Gewicht fallen, weil an der entscheidenden Stelle, wegen ihrer geringen Ausdehnung, doch nur geringe Kräfte in Thätigkeit treten können.

Einer besonderen Betrachtung bedarf der Einfluß, welchen bei einer großen Festung weit detachirte Forts auf die Art des Angriffs auszuüben vermögen, um festzustellen, ob hierin eine Empfehlung für derartige Anlagen zu finden ist. Man liest von solchen Festungen wohl, wenn ihre gewaltige Macht gerühmt werden soll, daß sie mit einem verschanzten Lager versehen seien. Wäre diese Bezeichnung korrekt, was nur theilweise anerkannt werden kann, dann deutete sie bereits das Gegentheil von einer gewaltigen Stärke an; denn selbst ein mit einer Armee besetztes verschanztes Lager kann niemals die Stärke einer guten Festung erlangen und ohne die Armee ist es werthlos. Es müßte deshalb der Kern der Festung, auch ohne die zu entfernten Forts, ebenso wie sonst als eine große Festung hergestellt werden; aber vor dem Vorschlage der Aufwendung so gewaltiger Mittel, sind bis jetzt noch die kühnsten Projekte zurückgeschreckt. Im Gegentheil wollen die Projekte meistens, als Ersatz für die Verausgabung der enormen Mittel für die weit entsendeten Forts, an dem Hauptplatze sparen und dann zu einer Schwäche noch eine zweite hinzufügen.

Sehen wir nun, welche Vortheile die weit detachirten Forts dem Vertheidiger gewähren:

Sie gestatten ihm, eine Armee unter ihre Fittige zu nehmen. Ein Vortheil, welcher illusorisch ist, wenn keine Armee nach dieser Aufnahme Verlangen trägt.

Sie erschweren eine Einschließung oder machen dieselbe unmöglich. Fehlt der Festung eine Armee, dann dürfte die Einschließung um Weniges schwieriger sein, als die einer andern Festung mit einer Besatzung von derselben Größe, wenn man davon absieht, einen Postenkordon um die ganze Festung, auch um die jedenfalls sehr ansehnlichen Lücken zwischen den Forts zu ziehen. Ist aber eine Armee vorhanden, dann hat sie sich gewiß vor der

Digitized by Google

noch größeren Belagerungs-Armee dahin geflüchtet und könnte auch dann wohl eine Einschließung ausführbar sein. Sollte dieselbe dem Angreifer aber bedenklich erscheinen, dann bleibt zu erwägen, daß die Einschließung für die Belagerung wohl sehr förderlich, aber nicht absolut nothwendig ist, was z. B. die Belagerung von Sevastopol im Krimkriege gezeigt hat. Die Hauptverbindungen nach Außen wird man jedenfalls unterbrechen und auch nennenswerthe Zufuhren an Lebensmitteln und Kriegsmaterial abschneiden können, so daß dem Vertheidiger nur der Vortheil bliebe, sich kühner Boten, statt der Luftballons und Brieftauben, zur Verbindung mit der Außenwelt zu bedienen.

Endlich aber werden die weit detachirten Forts den unzweifelhaften Vortheil gewähren, die Besatzung auch ohne zulängliche Unterkunftsräume besser gegen die Geschosse des Angreifers zu sichern, so lange nicht ein oder das andere Fort in den Besitz des Angreifers gelangt ist.

Diesen, häufig wohl zu hoch veranschlagten Vortheilen, steht nun der sehr erhebliche Nachtheil gegenüber, daß die so sehr weit ausgespannte Front des Platzes, selbst wenn keine Ungunst des Terrains hinzutritt, nothwendig schwach geworden ist. Dem Angreifer werden einzelne Forts gegenüber gestellt, welche bei aller Stärke, die man ihnen geben mag, doch nicht diejenige kleiner Festungen erreichen können.

Ihre gegenseitige Unterstützung wird mindestens durch die großen Entfernungen von einander beeinträchtigt und provisorische Zwischenwerke werden, ohne die Anwesenheit einer Armee kaum und mit dieser nicht in solcher Zahl und Beschaffenheit angelegt werden können, daß sie einen Ersatz für die fehlende Unterstützung des Hauptplatzes gewähren.

Dem Angreifer muß es daher verhältnißmäßig leicht werden, einem oder einem Paar Forts gegenüber, überlegene Kräfte zu entwickeln und früh in den Besitz derselben zu gelangen. Ist dies aber geschehen, dann ist der Zauberring durchbrochen, der Angreifer hat einen festen Stützpunkt und mit ihm auch wohl neue Angriffsmittel gewonnen, welche er benutzen kann, um den, im Interesse der Forts, schwächer konstruirten Hauptplatz zu bezwingen.

Findet dieser naturgemäß erscheinende Verlauf nicht statt,

Digitized by Google

dann kann der Grund nur in Ausnahmezuständen liegen, welche sich der Berechnung entziehen. Es will aber unzweifelhaft erscheinen, daß den Festungen mit weit detachirten Forts an sich keine solche innere Kraft anwohnt, welche es empfiehlt, die nothwendigen bedeutenden Herstellungs- und Vertheidigungsmittel auch dort zu verwenden, wo nicht ganz bestimmte Gründe dazu nöthigen.

Paris hat, wie wir es anerkannten, unter den speziellen Verhältnissen des letzten Krieges aus seinen Forts einen bedeutenden Nutzen gezogen. Wie nun verlautbart, sollen die Forts, da sie den endlichen Fall des Platzes doch nicht hindern konnten, noch weiter vorgeschoben und ansehnlich verstärkt werden, so daß gleichsam aus einem befestigten Platz ein befestigtes Land gebildet wird.

Uns will nun scheinen, daß sich der künftige Gegner Frankreichs diese Kraftvergeudung sehr wohl gefallen lassen kann.

Verausgabt Frankreich so gewaltige Mittel, indem es den ganzen Festungs-Komplex nicht allein herstellt, sondern auch mit allen Vertheidigungsmitteln versieht, nur um seine Hauptstadt zu sichern, dann entzieht es diese Mittel dem übrigen Lande und giebt es mehr oder weniger dem nur mit überlegener Stärke bis dahin gelangten Gegner preis. Es mag dann die französische Regierung mit der Kommune in Paris herrschen, der Gegner wird Herr im übrigen Lande sein und sich dabei wohl besser befinden.

Digitized by Google

IV.

Ansichten über die Reorganisation der Feldartillerie in England.

(Nach der Army and Navy Zeitung von einem englischen Offizier in einflußreicher Stellung.)

Im Augenblicke ist man in England beschäftigt, in Berücksichtigung daß die Armee verglichen gegen die der übrigen Continentalmächte nur schwach erscheinen kann, diesen Uebelstand durch eine jede andere übertreffende Feldartillerie auszugleichen. Bei dem vorhandenen National-Reichthum und dem hohen Standpunkte der mechanischen Geschicklichkeit glauben sich die Engländer dieses Ziel zu erreichen vorzüglich berufen. Die beabsichtigte Umwandlung ist von solcher nationalen Wichtigkeit, daß die Discussion nach allen Seiten noch erst vollständig erschöpft sein sollte, ehe der Staat die große Ausgabe der dazu erforderlichen Summen beginnt.

Die leitende Idee bei der Umänderung der englischen Feldgeschütze zielt dahin, eine mehr rasante Flugbahn zu gewinnen. Zu diesem Ende werden in England größere Pulverladungen und schwerere Kaliber als bei irgend einer der Continentalmächte und selbst als früher vor Einführung der gezogenen Geschütze in England in Gebrauch waren, angewendet.

Es ist nun die Frage: rechtfertigt die Absicht diese Mittel? wird die zerstörende Kraft der Feldgeschütze durch eine rasantere Geschoßbahn in solchem Grade erhöht, daß die durch die größere Ladung verursachte Anstrengung des Geschützrohres und der Lafette, der vergrößerte Rücklauf, die nöthig werdende Vergrößerung des Gewichts mit allen den durch verringerte Beweglichkeit hervorgerufenen Nachtheilen dadurch aufgewogen werden?

Die leitende Idee bei der Organisation der preußischen Feld-

Digitized by Google

artillerie war vor Allem Beweglichkeit. Zu diesem Zwecke hat man leichte Gußstahlkanonen adoptirt und wendet nur schwache Ladungen an, welche ihre Geschosse im vergleichsweise hohen Bogen schleudern. Auf diese Weise ist man im Stande, ohne die Bespannung übermäßig zu belasten, eine größere Anzahl Schuß in den Protzen mitzuführen, wodurch die preußischen Geschütze weit unabhängiger von ihren Munitionswagen sind als die englischen. Die Vortheile dieser Einrichtung sind bedeutend. Die Batterien von ihren Munitionswagen getrennt, beanspruchen natürlich eine geringere Wegestrecke in der Marschkolonne; sie können also viel rascher in Aktion gebracht werden; sie können leichter manövriren und sind während der Aktion viel weniger Zufälligkeiten unterworfen. Der erste der genannten Vortheile, die Ermöglichung einer rascheren Entwickelung eines kräftigen Artilleriefeuers, ist von allen namhaften Schriftstellern über die neuere Taktik hervorgehoben worden und verdankten die Deutschen im letzten Kriege ihre glänzenden Erfolge im Kampfe gegen die französische Artillerie namentlich dem Umstande, daß die französischen Batterien gleich im Momente ihres Auftretens durch ein konzentrisches Feuer der zahlreichen deutschen Artillerie empfangen und niedergeschmettert wurden.

Um den Werth einer rasanten Flugbahn bei der modernen Artillerie gehörig zu würdigen, muß man zuerst die Infanteriewaffe näher betrachten. Für diese ist nämlich eine rasante Flugbahn ein ganz wesentliches Erforderniß. Sie bedeutet das Maximum des Effekts auf dem Schlachtfelde, weil dadurch die Nothwendigkeit die Entfernungen genau abzuschätzen, eine stets sehr schwierige und besonders in der Erregung des Kampfes vom gewöhnlichen Manne schwer zu lösende Aufgabe, auf ein Minimum zurückgeführt wird. Die furchtbare Wirkung gut konstruirter Hinterlader mit rasanter Flugbahn, wie die französischen Chassepots, in den Händen geübter Infanterie, ist mit dem Blute der preußischen Garden auf den Abhängen von St. Privat verzeichnet. Dieses wie ein Glacis sich abdachende gänzlich offene Terrain war unter dem Feuer der Infanterie Canroberts für Männer aus Fleisch und Blut gänzlich unpassirbar. Wir haben hier ein Beispiel der erprobten Bedingungen für eine kräftige Infanterie-Vertheidigung, große Anfangsgeschwindigkeit, kleines Kaliber, welches eine flache Schußlinie gestattet, mit der Handhabung vertraute Soldaten, offenes Terrain, über welches der Feind gänzlich ungedeckt unter Feuer auf

Digitized by Google

600—800 Yards = 550—730 M. herankommen muß. Bekanntlich erreichen gute Schüsse ihr Ziel noch über 900 M. hinaus, wenn dasselbe nicht zu klein ist. Mit Bedienung und Pferden sich bewegende Geschütze bilden aber ein so großes Ziel, daß sie von guten Schützen in allen Entfernungen unter 730 M. getroffen werden können. Oberst Smyth berichtet, daß bei Gravelotte preußische Artillerie durch französisches Infanteriefeuer auf 550 M. zum Schweigen gebracht worden sei und daß auf 736 M. der Kampf nicht zu Gunsten der ein größeres Ziel bietenden Waffe ausgefallen sei, selbst wenn Mannschaften und Pferde theilweise durch das Terrain gedeckt waren. Sehen wir von den modernen Sorten von Kugelspritzen gänzlich ab, so bleibt als Grundsatz bestehen, daß Infanteriefeuer bis zu einer Entfernung von 550 M. die Oberherrschaft behauptet; von da ab bis zu 900 M. werden sich immer noch gute Schützen (mit gezogenen Gewehren) dem Artilleriefeuer überlegen erweisen. Die passenden Entfernungen für Artilleriefeuer beginnen daher, wo die Wirksamkeit des Infanteriefeuers aufhört, oder in anderen Worten: Artillerie darf nicht in den Bereich des wirksamen Infanteriefeuers gebracht werden, sondern sollte nur zwischen 8—900 M. als Minimum und von 2200 M. bis 2750 M. als Maximum zur Verwendung kommen. Zwischen diesen Grenzen entfaltet Artilleriefeuer seine volle Wirkung während hier Infanteriefeuer von keiner Bedeutung ist.

Nimmt man 800 M. als kürzeste Entfernung an, in welcher Artillerie der Regel nach von der Infanterie ab aufgestellt werden soll, so muß dabei erinnert werden, daß diese Entfernung sich auf die feindlichen Tirailleure bezieht und daß die feindliche Artillerie und die geschlossenen Truppenmassen hinter den Tirailleurs die Objekte sind, auf welche das Artilleriefeuer wirken soll. Die Schußweite wird sich also in diesem Falle wenig unter 1300 M. stellen.

Mitunter wird es durch Terrainverhältnisse geboten sein, beim Angriffe Geschütze dicht an den Feind heranzubringen, weil man von entfernteren Punkten aus die feindliche Schlachtlinie nicht sehen kann, oder bei der Vertheidigung kann es wünschenswerth erscheinen, lieber Geschütze in ihrer Stellung zu belassen, als sie zurückzuziehen, wenn der Feind näher herankommt. In beiden Fällen wird die Artillerie geopfert, aber der Sieg kann durch diese Hingebung erkauft werden und zur Erreichung dieses Ziels erscheinen alle Mittel gerechtfertigt.

Was die Feuerwirkung auf geschlossene Massen anbetrifft, so

Digitized by Google

wird Infanterie auf dieselbe Längenausdehnung wie Artillerie aufgestellt, ein mehr mörderisches Feuer abgeben. Nimmt man die gewöhnliche wirksame Schußweite für Artilleriefeuer zwischen 900 und 2700 M. an, so entsteht die Frage, können wir auf solche große Entfernungen rasante Flugbahnen erreichen und ist es hier überhaupt wünschenswerth, daß diese Flugbahnen rasant sind?

Es ist schwierig, genaue vergleichende Versuchs-Resultate, ausgeführt mit auswärtigen und englischen Geschützen zu erhalten, da die Entfernungen, auf welche die Geschütze versucht worden, nicht die gleichen sind. Wir haben jedoch genaue Kenntniß in Bezug auf den belgischen 4 Pfünder, ein Geschütz dem preußischen sehr ähnlich, aber demselben doch etwas überlegen, in der That eigentlich ein 9 Pfünder. Die letzten vergleichenden Versuche zwischen dem Armstrong-12 Pfünder und dem englischen 9 Pfünder (Vorderlader) haben uns genaue Auskunft über ihr beiderseitiges Schießvermögen an die Hand gegeben. Wir wissen weiter, daß unser neuer 16 Pfünder, welcher den Armstrong-12 Pfündner überragt, seinem Geschosse eine unserem neuen 9 Pfündner sehr ähnliche Flugbahn giebt und zwar beträchtlich flacher als jene mit dem auf gleicher Stufe stehenden preußischen Geschütz, 6 Pfündner genannt, in Wirklichkeit jedoch etwa ein 15 Pfündner.

Wir wollen hier als Typen den belgischen 4 Pfünder, den Armstrong 12 Pfünder und den neuen englischen 9 Pfünder annehmen und hier annähernd den Niedergang ihrer Geschosse auf die verschiedenen jetzt gebräuchlichen Artillerie-Schußweiten angeben:

Schußweite.

Geschützart.	auf 1000 Yards = 914 M.		auf 1300 Yards = 1188 M.		auf 1770 Yards = 1617 M.		auf 2000 Yards = 1828 M.		auf 2500 Yards = 2285 M.	
	Fß.	Fß.	Fß.	Fß.	Fß.	Fß.	Fß.	Fß.	Fß.	Fß.
Belgischer 4 Pfdr.	—	—	1	zu 15	1	zu 10	—	—	—	—
Armstrong 12 Pfdr.	1	zu 20	—	—	—	—	1	zu 10	1	zu 7
Englischer 9 Pfdr.	1	zu 24	—	—	—	—	1	zu 12	1	zu 8

Durch Interpoliren können wir annehmen, daß auf 1500 Yards = 1371 M., was als die gewöhnliche entscheidende Artillerie-Schußweite angesehen werden dürfte, der Niedergang der Geschosse dieser

Digitized by Google

3 Geschützarten ungefähr sich verhalten mag wie 1 zu 13, 1 zu 15 und 1 zu 18. Es muß also um auf diese Entfernung einen Mann von 6 Fuß Höhe zu treffen, der belgische oder preußische Kanonier die Entfernung innerhalb 26 Yards = 23,76 M., der englische Kanonier bei dem Armstrong 12 Pfünder innerhalb 30 Yards = 27,4 M., bei dem neuen 9 Pfünder innerhalb 36 Yards = 33 M. kennen. Die Differenzen zwischen den Beträgen dieser zulässigen Fehler sind gegen die Schußweite verglichen, sehr klein und die Geschoßbahnen von diesen 3 Sorten Kanonen sind bei dieser vergleichsweise nur geringen Schußweite noch weit von rasant entfernt. Bei größerer Schußweite werden die Kurven noch beträchtlicher und die Differenzen schwinden mehr und mehr. Bei dem praktischen Vergleichsschießen erschien die Wahrscheinlichkeit des Treffens bei den beiden englischen Geschützen fast gleich.

Das neue Kanon hat zwar bei kürzeren Schußweiten einen Vorzug, durch seine etwas mehr rasante Schußlinie, aber wann kann dieser Vortheil zur Geltung kommen, wenn Artillerie auf kürzere Entfernungen nicht in Aktion gebracht werden darf, außer unter voraussichtlicher Vernichtung der Bedienungsmannschaften und Bespannung in kürzester Zeit. Man muß stets als Regel im Sinne behalten, daß Artillerie jetzt nur noch auf größere Entfernungen anzuwenden ist. Kartätschfeuer, einst die mörderischste Schußart, ist jetzt nur mehr gegen Kavallerie-Attaken anwendbar. Diese Frage ist 1866 durch die preußischen Zündnadelgewehre den österreichischen Batterien gegenüber endgültig entschieden worden.

Artilleriefeuer ist heutzutage nur das Feuern von Hohlgeschossen in gekrümmter Bahn auf weite Entfernungen. Bei diesen großen Distancen kömmt es aber besonders darauf an, dieselben mit Genauigkeit zu bestimmen, sei es durch Probeschüsse oder durch Distanzmesser.

Unser Bestreben Feldgeschütze mit rasanter Schnelligkeit zu konstruiren, hat uns aber nur einen Verlust an Beweglichkeit eingebracht, ohne dafür einen entsprechenden Zuwachs an Wirksamkeit einzutauschen. Aber damit ist die Sache noch nicht zu Ende. Wenn unsere Feldbatterien mit Geschützen ausgerüstet sind, deren Hauptvorzug in einer rasanten Flugbahn mit verhältnißmäßig kurzen Entfernungen besteht, so liegt die Versuchung nahe, daß die kommandirenden Offiziere der Taktik anhängen, welche für die glatten

Digitized by Google

Rohre paßte, welche aber für die heutige Kriegführung ganz unpassend ist.

Früher wurden beim Angriff die Geschütze gleichzeitig mit der Infanterie vorgeschickt, um in den Kartätschbereich zu gelangen, woselbst ihr Feuer entscheidend war. Bei der Vertheidigung wurde Artillerie vor die Infanterielinie placirt, damit ihr Feuer gegen die angreifenden feindlichen Truppen ungehindert durch die eigenen Truppen, freie Wirkung auf den Feind ausüben konnte. Solche vorgeschobene Positionen der Artillerie sind bei der heutigen Bewaffnung der Infanterie unthunlich; die Artillerie muß in mehr zurückgezogene, dominirende Stellungen aufgestellt werden, von wo sie über die Köpfe ihrer eigenen Infanterie hinweg ihre Geschosse in Terrainfalten, wohin sich der Feind zur Deckung zurückgezogen, dirigiren kann, oder wenn sie gegen feindliche Artillerie kämpft, daß der Kampf wenigstens unter gleichen Umständen stattfindet. Solche erhöhte Positionen zu wählen, war früher nicht zweckmäßig, da die Schußweiten kurz waren, und der Neigungswinkel von so aufgestellten Geschützen zu steil ausfiel, um den Ricochettschuß anwenden zu können; jetzt aber bei größeren Schußweiten wird dieser Neigungswinkel durch die erhöhte Stellung des Geschützes nur unbedeutend vergrößert werden.

Die Vortheile der Aufstellung unserer heutigen Geschütze auf erhöhte Punkte sind durch vermehrte Uebersicht des Terrains, durch Einsicht und sonst verdeckt bleibende Terrainfalten, durch die Möglichkeit das Feuer über die Köpfe der vorgehenden resp. sich zurückziehenden Infanterie hinweg noch fortsetzen zu können, zu einleuchtend. Es werden daher die folgenden Grundsätze aufzustellen sein:

1. In allen gewöhnlichen Fällen muß unsere neuere Artillerie auf große Schußweiten angewiesen sein.

2. Auf weite Entfernungen aber erscheint rasante Flugbahnen zu erlangen fast unmöglich, und wenn man sie erreichen will, so sollte man lieber das Kaliber verkleinern als die Ladung vergrößern.

3. Gekrümmte Bahnen sind gegen einen gedeckt stehenden Feind wirksamer.

4. Zur Erlangung rasanter Flugbahnen größere Ladungen und schwerere Geschütze anzuwenden, erscheint daher verwerflich.

5. Kleinere Ladungen und leichtere Geschütze, wodurch man

Digitized by Google

mehr Munition in den Protzen bei sich führen kann, machen von den Munitionswagen unabhängiger, vermehren also die leichte Beweglichkeit der Batterie.

6. Bei der Auswahl der Aufstellungspunkte ist eine dominirende Erhöhung vortheilhafter wie ehedem, weil es jetzt wichtiger ist, eine weite Umsicht zu haben und über die Köpfe der Infanterie hinweg feuern zu können. Die Vertheidigung des Vorterrains der Geschütze innerhalb Gewehrschußweite, geschieht vortheilhafter durch Infanterie als durch die Geschütze selbst.

V.

Ueber den Luftwiderstand der Geschosse.

(Aus der Revue maritime et coloniale).

Der Professor Bashfort hat mit einem eigens zu diesem Zweck konstruirten Instrument von 1865—1871 zu Woolwich zahlreiche Versuche angestellt, um ein Luftwiderstandsgesetz zu erhalten. Nach den Arbeiten von Stokes, Adams und Noble wurde durch diese Versuche folgendes Resultat erreicht:

Nach den Versuchen des französischen Professor Helie im Jahre 1865 mit Langgeschossen und Geschwindigkeiten von 700 bis 1050 Fuß in der Sekunde ist der Luftwiderstand dem Kubus der Geschwindigkeit entsprechend. Zu demselben Resultat gelangt der Professor Bashforth 1865 und 1866 mit Geschwindigkeiten von 100—1500 Fuß; aber der von Bashforth gefundene Koeffizient ist viel größer als der von Helie.

1867 und 1868 stellte Bashforth neue und viel ausgedehntere Versuche an, bei denen Geschwindigkeiten und Durchmesser

Digitized by Google

der Geschosse sehr verschieden waren. Man gelangte zu dem Schluß, daß bei mittleren Unterschieden in der Geschwindigkeit der Widerstand im kubischen Verhältniß zur Geschwindigkeit wächst, daß aber dies Gesetz bei großen Unterschieden der Geschwindigkeiten nicht mehr richtig ist. Wenn man auch Bequemlichkeits halber mit dem Gebrauch der Formel cv^3 fortfuhr, so mußte man doch den Koeffizienten mit der Geschwindigkeit verändern. Dieser erreicht seinen größten Werth bei einer Geschwindigkeit von 1200 Fuß und der Koeffizient von Helie ist nur bei ungefähr 950 Fuß in der Sekunde richtig.

Später stellte Bashforth mit sphärischen Geschossen von 100—2001 Fuß Geschwindigkeit Versuche an. Man erkannte, daß bei diesen Geschossen der Koeffizient von dem der Langgeschosse sehr verschieden ist. Er erlangt sein Maximum bei einer Geschwindigkeit von 1200 Fuß. Bei dieser Geschwindigkeit verhielt sich der Widerstand wie das Quadrat des Durchmessers. (Chronographische Versuche von Bashforth 1865—1870, London. Expériences faites avec le chronographe de Bashforth, de 1865—1870, Londres).

Anmerk. Der Luftwiderstand gegen Langgeschosse gestaltet sich nicht allein als eine Funktion ihrer Geschwindigkeit, sondern auch als eine Funkton des Winkels, den ihre Axe mit der jedesmaligen Richtung ihrer Bewegung bildet und zwar deshalb, weil hiermit ebensowohl die Größe der gegen die Luft stoßenden Flächen, als auch die Größe der Winkel veränderlich ausfallen, unter denen dies geschieht. In Betreff dieses Gegenstandes begegnet man aber nicht zu überwältigenden Verwickelungen.

D. R.

Digitized by Google

VI.

Literatur.

Ueber die Verwendung des Feldshrapnels. Von R. v. Sichart. Hauptmann à la suite des Magdeburgischen Feld-Artillerie-Regiments Nr. 4 und Lehrer an der Artillerie-Schieß-schule. Berlin 1872. Voß'sche Buchhandlung (Strikker.)

Wir haben eine kritische Besprechung dieses werthvollen Aufsatzes, der uns von eminent praktischer Bedeutung für Feldartillerie erscheint, in unserer Militair-Literatur bisher vermißt.

Wird der Shrapnelschuß erst ebenso ins Fleisch und Blut der Artillerie übergegangen sein, wie der Granatschuß, so kann die Anerkennung aus der Truppe heraus nicht fehlen. Da wir in der Lage waren, die Entwicklung der vorgeschlagenen Methode des Shrapnelschießens mit tiefem Sprengpunkte a principiis zu verfolgen, so fühlen wir uns bewogen, die artilleristische Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand hinzulenken. Wenn der Verfasser auch blos das Feldshrapnel behandelt hat, so ist doch der erstrebte und wie wir es ansehen, wirklich errungene Fortschritt, ein für Feld- und Fußartillerie gemeinschaftlicher — weil auf dem Felde der rationellen Praxis gewonnen, welches auch nach der Trennung Gemeingut verbleibt. Die hier erzielten Resultate geben auch für die Verwendung des Shrapnels aus Festungs- und Belagerungs-Geschützen klare und beachtenswerthe Fingerzeige — vorzüglich wo Aufgaben vorliegen, bei denen es sich um ein taktisches Eingreifen in das Gefecht der andern Truppen handelt.

Es lag in der natürlichen Entwicklung des Shrapnelschusses, daß man das ungewohnte Neue (Shrapnel) so ganz und gar auf das alt Bekannte und Bewährte (Granate) stützen zu müssen glaubte. Die erste Instruktion für Shrapnelschießen, welche dieses Stadium repräsentirt, ist das Resultat ausgedehnter und sorgfältiger Prüfungen. Sie lehnt das Shrapnelschießen enge an das

Digitized by Google

Granatschießen an, hält unweigerlich an der einmal erschossenen Flugbahn fest und korrigirt mit Tempirung. Dies Stadium hat das Gute gehabt, daß, indem das Shrapnel ein anerkanntes Piedestal erhielt, man seine Einführung erleichterte. Aber gerade das Unbefriedigende, das für den schießenden Offizier in dem Umstande lag, daß, wenn auch mit Granaten als richtig eingeschossen supponirt, das weitere Shrapnelschießen mehr oder minder Glaubenssache blieb, — daß bei dem Schießen mit hohem (normalem) Sprengpunkte eine Gewißheit über Shrapnelwirkung am Ziele aus der Beobachtung von der Batterie aus nur in den wenigsten Fällen direkt abzuleiten war. Der Einfluß, den Korrekturen durch die Tempirung auf Intervall und Sprenghöhe zugleich ausüben, die Ueberlegungen, Feuerpausen, Irrungen, welche bei der Kombination dieser beiden Variablen beinahe unausbleiblich sind: alle diese Uebelstände führten zu dem Sichart'schen Schießen mit tiefem Sprengpunkt, welches sich die Aufgabe gestellt hat, das Shrapnel zu emancipiren. Der tiefe Sprengpunkt bringt die Sprengwolke des krepirenden Geschosses in unmittelbare Relation zum Ziel, ermöglicht dadurch eine genaue Beurtheilung des Intervalls — Rauch vor oder hinter dem Ziele — und folgerichtige einfache Korrekturen.

Der Kern der neuen Schießmethode, wie dieselbe auf Seite 34—40 präzisirt und begründet ist, besteht im Gegensatz zu dem bisher gebräuchlichen Verfahren, welches als bekannt vorausgesetzt wird, in Folgendem:

a. Erschießung der Granatbahn. Uebertragung auf Shrapnelbahn mit Beibehaltung der zugehörigen Tempirung. Nach Beobachtung der ersten Schüsse Hervorbringung des Sprengpunktes in der Höhe des Zieles (2—3 M. hoch) durch den Aufsatz (Kurbel) Beobachtung, ob die Sprengwolken vor oder hinter dem Ziele erscheinen. Bei Beobachtung negativer Sprengpunkte energische Korrektur durch gleichmäßiges Abbrechen von Elevation und Tempirung (50 M.) bis dieselben positiv erscheinen. Bei Beobachtung von nur positiven Sprengpunkten, Zusetzen von Elevation und Tempirung, bis einige negativ erscheinen. Eventuelle Hebung des tiefen Sprengpunktes in die normale Sprenglage in besonderen Fällen.

b. Einschießen mit Shrapnels nach der Skala — nur bei tiefem Sprengpunkt möglich (S. 37).

Digitized by Google

Zur Erreichung der Shrapnelflugbahn, welche für den tiefen Sprengpunkt angestrebt wird, d. h. einer solchen, die ca. 30 M. vor einem 2—3 M. hohen Ziele liegt, ist der Granataufsatz auf allen Entfernungen zu benutzen.

Es war ein glücklicher, auf Erkenntniß und Erfahrung gestützter Griff, bei der Konstruktion von Geschütz und Geschoß, wie sie vorliegt. Die Weiterbildung des Shrapnelschusses gegen die direkten Ziele des Feldkrieges auf den rasanten Eigenschaften des oberen Kegels aufzubauen, das Geschoß dadurch vom Intervall unabhängiger und der Beobachtung zugänglicher zu machen. Letzteres Moment insbesondere ist das Durchschlagende. Indem das Verfahren sich wohl bewußt ist, daß in der unteren Sprenggarbe die meisten Partikel mit größter Perkussionskraft vorhanden sind, wird doch stets das Schießen mit tiefem Sprengpunkt begonnen und auch fortgesetzt, falls nicht die Ausnutzung des unteren Kegels in besonderen Fällen vorgezogen wird. Will man an dem Einschießen mit Granaten festhalten, welches die gröberen Fehler ausschließt, so giebt das Schießen mit tiefem Sprengpunkte die Mittel an die Hand, die feinere und gültige Korrektur für die Fortsetzung des Schießens mit Shrapnels rasch festzustellen und ermöglicht für die ganze Dauer eines längeren Schießens eine stete Kontrole. Wie beim Granatschießen nach Maßgabe der Streuung Schüsse ins zu Weite, so werden beim Shrapnelschießen negative Sprengpunkte nöthig, um über die Größe des Intervalls zu beruhigen. Diese Selbst-Kontrole — ohne Aenderung der Tempirung — ist nur beim Schießen mit tiefem Sprengpunkt vorhanden. Aber auch das Einschießen mit Shrapnels, die Verwendung des Shrapnels gegen alle lebenden Ziele des Feldkrieges — bewegliche, feststehende, direkte, indirekte — mit einem Wort: die Superiorität des Shrapnels über die Granate auf den beiden Geschossen gemeinschaftlichen Entfernungen wird durch die Sichart'sche Verwendung des Feldshrapnels gewährleistet. Man kann der Feld-Artillerie nur Glück wünschen zu all diesen Bestrebungen, die den Weg bahnen helfen, der dicht an der Mitrailleuse vorbeiführte und uns durch eine vorzügliche Geschoß- vor einer verderblichen Geschützkomplication bewahrte. Hier muß hervorgehoben werden, daß durch die exakte Zünderkonstruktion, die genaue Füllung, Regulirung und Pressung des Brennsatzes nach streng wissenschaftlicher Methode die preußische Artillerie in ihrem Shrapnel ein Geschoß von so geringer

Digitized by Google

Streuung der Sprengpunkte besitzt, daß eben dadurch die Entwicklung des Shrapnels zu einem selbstständigen Geschoß, wie es hier vorgeschlagen ist, nicht nur ermöglicht, sondern geradezu geboten erscheint.

In Betreff der Schlußbemerkung 1 des Aufsatzes sind wir, wenn auch prinzipiell mit einer Erhöhung der Shrapnelausrüstung einverstanden, der Ansicht, daß eine Vermehrung in dem proponirten Verhältniß (⅔ Shrapnels, ⅓ Granaten) so lange seine Bedenken hat, als noch ein großer Theil der Batteriechefs glaubt, für die Hauptaufgaben einer Feldbatterie die Granate in der Mehrzahl nicht entbehren zu können.

Bei der langjährigen Kontroverse über Zeitzünder-Shrapnel ist die Berechtigung desselben für den Festungskrieg nie bestritten worden, obgleich hier die Kämpfenden unter und hinter Deckungen in viel höherem Maße gegen Shrapnelwirkung geschützt sind, als im Feldkriege. Wenn die Frage, ob die Natur des Schusses mit den wechselnden Zielen des Feldkrieges in Einklang zu bringen sei, ob die Behandlung desselben für Offiziere und Mannschaften im Feldkriege nicht zu komplizirt sei, durch hohe Autorität zu Gunsten des neuen Geschosses und zum Besten der Waffe gelöst worden ist, so hat diese Lösung in dem vorliegenden Schießverfahren, für welches wir das artilleristische Interesse in Anspruch nehmen, aus der Waffe heraus eine treffliche Begründung gezeitigt.

Z.

Der deutsch-französische Krieg 1870/71. Redigirt von der kriegsgeschichtlichen Abtheilung des Großen Generalstabes. Erster Theil: Geschichte des Krieges bis zum Sturz des Kaiserreichs. Heft 1: Ereignisse im Monat Juli, Heft 2: Die Ereignisse bis zum Vorabend der Schlachten bei Wörth und Spicheren mit Plan 1 und Skizze 2 und 3. Berlin 1872. E. S. Mittler und Sohn, Königliche Hofbuchhandlung.

Wenn auf deutscher Seite eine verhältnißmäßig ansehnliche Zahl trefflicher kriegsgeschichtlicher Werke über einzelne Theile des letzten großen Krieges auf Grund der betreffenden Kriegsakten durch Schriftsteller, die den Ereignissen nahe gestanden haben, dem weiten Kreise der dabei lebhaft interessirten Leser dargeboten worden

Digitized by Google

ist, so haben wir in dem oben genannten Werke gleichsam die Centralsonne aller jener Gestirne zu begrüßen.

Feldmarschall Graf Moltke selber ist es, dessen Geist wir in dem Werke walten sehen, ein Werk, welches sich nicht nur würdig an die offizielle Geschichte des Krieges von 1866 schließt, sondern sogar noch höhere Bedeutung in Anspruch nehmen darf, indem von dem damaligen Gegner gleichzeitig ein ebenbürtiges Werk ins Leben trat, ein solches aber für den Feldzug von 1870/71 schwerlich zu erwarten sein dürfte.

Die Gehülfen des großen Strategen in der Redaktion der vorliegenden Hefte haben es verstanden, die Gedanken desselben voll und ganz hervortreten zu lassen. Besonders hat das 1. Heft hierzu Gelegenheit geboten, in welchem neben der vortrefflichen Einleitung und dem, was über Operationsplan und Aufmarsch der französischen Armee gesagt ist, die Ausführung desselben Themas auf Seiten der deutschen Armeen den höchsten Grad von Interesse in Anspruch nehmen muß.

Im Eingang dieses letzteren bedeutungsvollen Abschnitts finden wir die charakteristischen Worte „Preußen wollte gar nicht, oder vollständig rüsten, und hatte das Vertrauen, bei der Ordnung, die in allen militairischen Zweigen herrschte, damit nicht zu spät zu kommen."

Ein wesentlicher Theil dieses Vertrauens hatte seine Grundlage darin, daß man auch auf strategischem Gebiet Alles wohl vorbereitet wußte.

„Zu den Aufgaben im Frieden gehört es" — so finden wir S. 72 — „für alle wahrscheinlichen Eventualitäten die Gruppirung und den Transport der Truppenmassen in detaillirtester Weise zu bearbeiten, und die Entwürfe dafür im Voraus bereit zu halten. — Bei dem Aufmarsch einer Armee kommen die vielseitigsten politischen und geographischen Erwägungen neben den militairischen in Betracht. Fehler in der ursprünglichen Versammlung der Heere sind im Verlaufe des ganzen Feldzuges kaum wieder gut zu machen. Alle diese Anordnungen aber lassen sich lange vorher erwägen und — die Kriegsbereitschaft der Truppen, die Organisation des Transportwesens vorausgesetzt — müssen sie zu dem beabsichtigten Resultate führen."

Den Kern alles dessen, was in dieser Beziehung geschehen, finden wir zusammengefaßt in einem von General v. Moltke

Digitized by Google

im Winter 1868—69 bearbeiteten Memoire, aus welchem das Werk umfassende Auszüge bringt, welche unstreitig dasjenige sind, was dem Nachdenken des Lesers den schwerwiegendsten und nachhaltigsten Stoff bietet. Hier sei nur zweier Punkte kurz gedacht. Zunächst des Datums dieses hochbedeutsamen Schriftstücks, nach dessen Beendigung der Verfasser das gewichtige Wort aussprechen durfte: „Unsere Mobilmachung ist bis ins kleinste Detail vorbereitet", während dasselbe fast 2 Jahre später noch vollständig geeignet war, die unveränderte Grundlage aller Aktion der deutschen Heere zu werden. Demnächst des Grundsatzes, den wir S. 73 finden: „Als nächstes Operationsziel wird bezeichnet, die Hauptmacht des Gegners aufzusuchen und wo man sie findet anzugreifen".

Das 2., weniger allgemeine Betrachtungen, aber mehr Fakta enthaltende Heft ist aus der Feder des Verfassers der Werke: „Die Operationen der Süd-Armee" und „die Operationen der 1. Armee unter General v. Manteuffel" hervorgegangen, der uns auch hier mit seiner von der Kritik anerkannten Befähigung, mit wenig Worten viel zu sagen, welche so viel beiträgt, seine Arbeiten als Muster kriegsgeschichtlicher Darstellung zu kennzeichnen, sowie namentlich auch mit seiner Virtuosität in gelungener Terrainbeschreibung entgegentritt.

Dafür, daß wir auch in diesem Heft den intimsten Gedanken des Feldmarschalls Grafen Moltke begegnen, glaubt Ref. einen interessanten Belag beibringen zu sollen. Der lang dauernde Widerstand des schwachen preußischen Detachements bei Saarbrücken hatte auf denselben einen sehr lebhaften Eindruck gemacht. Kurz vor dessen Abgang zur Armee hatte Ref. die Freude, bei einer zufälligen Begegnung die Worte zu vernehmen: „Begreifen Sie, daß sich die französische Armee 8 Tage lang von einem Bataillon amüsiren läßt?"

Die Anerkennung des im Juli bis einschließlich des 2. August 1870 bei Saarbrücken Geleisteten tritt auch in dem Generalstabswerk in einer Weise hervor, deren Bedeutung dem Kenner nicht entgehen kann, wenngleich die Worte den Stempel des äußersten Bemühens tragen, Alles fern zu halten, was einer Ueberhebung ähnlich sein könnte. Besonders vielsagend ist in dieser Beziehung Skizze 2, Uebersichtskarte für den 2. August 1870 Morgens 10 Uhr, worin uns der Farbenunterschied der einander bekämpfenden Truppen mit größter Deutlichkeit zur Anschauung bringt, wie

Digitized by Google

3 Divisionen des 2. französischen Korps massenhaft auf das kleine Häuflein der nicht viel mehr als ebensoviel Kompagnien starken preußischen Truppen bei Saarbrücken anrücken, deren nächste Unterstützung der 3000 Schritt entfernte schwache nicht engagirte Rest des Detachements unter General-Major v. Gneisenau bildet, während alle anderweitigen, gleichfalls nur schwachen preußischen Truppen sich in einer Entfernung von mindestens $1^1/_2$ Meilen befanden. Und doch ein kraftvoller Widerstand von 2 vollen Stunden, bei einem Verlust, der kaum den des Feindes erreicht!

Gewiß ist es dem Herrn Verfasser nicht leicht geworden, dies glorreiche Resultat nicht prägnanter hervorzuheben, welches besonders in Bezug auf das Verhältniß der gegenseitigen Stärke in der Kriegsgeschichte als Unikum dastehen dürfte, und namentlich im Kriege von 1870—71 sich füglich nicht wiederholen konnte. In diesem ist ja die Uebermacht nicht selten auf Seiten der Deutschen gewesen, wie dies dem Wesen einer gesunden Strategie entspricht, zu deren Hauptaufgaben es gehört, mit der eigenen Stärke auf die feindliche Schwäche zu treffen.

Die Leistungen in Bezug auf die beigegebenen Pläne müssen — besonders im Hinblick auf den äußerst mäßigen Preis — als höchst gelungen bezeichnet werden. Den in der Presse ausgesprochenen Wunsch, daß die Stellungen von Freund und Feind eingetragen werden möchten, hat der Herr General-Feldmarschall freundlichst berücksichtigt.

Die bereits erwähnte Skizze Nr. 2 ist im Maaßstabe von $^1/_{80000}$. Das Terrain ist so weit als nöthig in Lehmann'scher Manier dargestellt. Der Plan des Gefechts von Weißenburg in $^1/_{25000}$ bringt die Methode zur Anwendung, welche bereits in dem Werke des Hauptmann Hoffbauer so angenehm angesprochen. Es wird darin die mathematisch genaue Richtigkeit der Terraindarstellung durch die erforderlichen äquidistanten Niveau-Kurven (Horizontalen) mit zweckmäßig am Rande eingetragenen Höhen-Cotirungen gewährleistet, während das rasche Erkennen der Böschungen durch Abschattirung derselben in sehr vortheilhafter Weise gefördert wird.

Die Hoffnung erscheint wohl berechtigt, daß die schönen Pläne dieses Werks Gegenstand eines nicht minder eifrigen Studirens sein werden, als die Wagner'schen Pläne der Schlachten des Befreiungskrieges so viele Jahrzehnte hindurch zum höchsten Nutzen der Armee gewesen sind.

Digitized by Google

Inhalt.

		Seite
I.	Die Ueberbrückung des naſſen Grabens von Lünette 52 der Feſtung Straßburg. (Hierzu Tafel I.)	1
II.	Die Panzerflotte	14
III.	Betrachtungen über den Werth von großen und kleinen Feſtungen und die Art ſie anzugreifen	63
IV.	Anſichten über die Reorganiſation der Feldartillerie in England	80
V.	Ueber den Luftwiderſtand der Geſchoſſe	86
VI.	Literatur	88

Digitized by Google

VII.

Artilleriſtiſche Betrachtungen.

1. Die hinſichtlich des Gebrauchs der Artillerie bei den Belagerungen des Krieges 1870—71 gemachten Erfahrungen.

I. Die Blockade (Cernirung, Einſchließung) einer Feſtung hat den Zweck, letztere zu iſoliren, den Erſatz der verbrauchten Lebens- und Kriegsbedürfniſſe zu hindern und ſo durch Mangel die Uebergabe herbeizuführen, ſowie ihre Garniſon an offenſiven Unternehmungen zu verhindern. Sie wird unternommen:

1. wenn man im raſchen Verlaufe eines ſiegreichen Feldzuges ſich veranlaßt ſieht, mit der Hauptarmee an der Feſtung vorbeizugehen und dieſe verhindern will, die rückwärtigen Kommunikationen der Armee zu unterbrechen (1866: Joſephſtadt, Königgrätz und Ollmütz, 1870: Metz und auch Belfort vom 3. November bis zum December 1870).

2. wenn man die Feſtung nicht für „wichtig" genug hält oder nicht die Mittel beſitzt, eine andere Angriffsart gegen ſie anzuwenden: Bitſch, Pfalzburg u. a.

3. wenn die Kriegsverhältniſſe die Eroberung des Platzes in einer beſtimmt gegebenen Zeit nicht gebieten und deſſen Uebergabe in Folge der Einſchließung ohnehin zu erwarten ſteht. Metz und Paris. Von den genannten Feſtungen iſt Metz die einzige, welche ſich in Folge der reinen Blockade hat ergeben müſſen und wird die außerordentlich geſchickte Anlage derſelben eine Lehrmeiſterin für ähnliche Unternehmungen für die Folge ſein und bleiben. Wie leichtfertig die Franzoſen den ganzen Krieg genommen hatten, zeigt, daß der Proviant für Metz als Baſis aller ihrer Operationen gegen Deutſchland in den weſtlich gelegenen Feſtungen Toul, Longwy ꝛc. vorgefunden wurde. Sie waren eben für den Krieg noch nicht fertig mit ihren Vorbereitungen geweſen.

Digitized by Google

Die Blockade von Bitsch war keine genügende, die Garnison hatte Gelegenheit, sich aus den umliegenden Ortschaften fortwährend zu verproviantiren, und ergab sich in Folge dessen erst nach Abschluß des Friedens.

Energischer war die Blockade von Pfalzburg betrieben. Die Blockadetruppen bestanden nur aus 3 Bataillonen Landwehr, die Garnison von 2000 Mann war aber nicht offensiv. Zu einer Belagerung wären offenbar mehr Truppen erforderlich gewesen. Späterhin fand ein Bombardement der Festung statt. Mangel an Salz und Epidemieen sollen die Ursachen der Kapitulation gewesen sein.

Die Blockade hat folglich den Vortheil, daß sie weniger Mittel — und den Nachtheil, daß sie mehr an Zeit bedarf, als jede andere Angriffsart.

Die Artillerie spielt bei Blockaden nur bei Offensivunternehmungen der Garnison eine Rolle; sie besteht gewöhnlich aus Feld-Artillerie in Positionen und den Reserven beigegebenen Batterien. Ihre Verwendung entspricht der angewandten Taktik. Erfahrungen sind hierbei in hinreichender Weise für die Feld-Artillerie gemacht worden, welche ich indessen, weil mir das Material hierzu fehlt, unberührt lasse, hingegen noch erwähne, daß die Besetzung der zunächst gelegenen Ortschaften durch die Garnison besonders derjenigen, welche noch unter dem Feuer der Geschütze der Festung lagen, die Blockade ungemein erschwert und zu den blutigen Kämpfen geführt haben, welche die Blockade von Metz besonders charakterisiren.

II. Der gewaltsame Angriff resp. Ueberfall. Derselbe hat nur Aussicht auf Erfolg gegen kleine, schlecht unterhaltene und unzureichend armirte Plätze mit verfallenem Revetement und unzuverlässiger Besatzung. Wir haben als Beispiel hierfür den Ueberfall auf die beiden Perches bei Belfort in der Nacht, der vollständig mißlang. Die Perches waren bereits wochenlang durch Belagerungsgeschütze beschossen, und man hatte die Ansicht, daß die Besatzung derselben wohl keine genügenden Unterkunftsräume mehr haben könnte. Die Aussagen mehrerer Deserteurs stimmten dahin überein, daß man vom Kehlgraben leicht in das Innere jedes Werkes gelangen könne. Auf dieses hin wurde der Sturm nach heftigem Bombardement in der Nacht unternommen. Unter großem Verlust mißlang derselbe, da sich die Aussage der Deserteurs als

Digitized by Google

Unwahrheit herausstellte, wozu noch der Umstand kam, daß grade die französische Ablösung kurz vorher in den beiden Perches eingetroffen war, so daß die Besatzung derselben hierdurch verdoppelt wurde.

Genaue Kenntniß der Festungswerke ist hauptsächlich zum Gelingen erforderlich.

III. Das Bombardement. Dasselbe bezweckt, die Uebergabe eines festen Platzes durch Beunruhigung der Garnison und Zerstörung ihrer Vorräthe zu erzwingen. Plätze mit detachirten Forts, welche im Stande sind, die feindliche Artillerie von dem Hauptplatze weit entfernt zu halten, werden einem Bombardement weit seltener unterliegen als kleine Festungen, die Mangel an bombensichern Räumen haben, deren Pulver- und Proviantmagazine exponirt liegen und deren Garnisonen schwach oder unzuverlässig sind.

Man hat aber auch in der neueren Kriegsgeschichte Beispiele, daß, selbst wo obige Voraussetzungen zum Theil zutreffend gewesen sind, sich Festungen unter einem energischen Kommandanten einem Bombardement gegenüber gehalten haben: 1855 Sebastopol, 1870—71 Straßburg, Paris und Belfort.

Indeß sind in dem letzteren Feldzuge sämmtliche kleineren Festungen durch das bloße Bombardement gefallen. Zu erwähnen sind: Neu-Breisach, Toul, Schlettstadt, Verdun, Laon, Thionville, Peronne, Mezière, Longwy und Rocroi. Letzte Festung durch ein Bombardement von nur aus Feldgeschützen.

Die Umstände, welche bei jeder dieser kleinen Festungen zur Kapitulation beigetragen haben, waren verschiedener Art; als die hauptsächlichsten werden bezeichnet:

1. Mangel an guten zweckmäßigen Lösch-Anstalten.
2. Mangel an genügenden sicheren Unterkunftsräumen für die Garnison und ihre Existenzmittel.
3. Die Anlage resp. Benutzung ungedeckter Pulvermagazine.
4. Eine nur aus Mobilgarden bestehende Garnison, welche der Disciplin entbehrte.

Es läßt sich daher vom Bombardement sagen: „dasselbe führt oft, bei noch anderen günstigen Verhältnissen, schnell zur Kapitulation."

Wir müssen 2 Arten von Bombardements unterscheiden:

Digitized by Google

1. das reine Bombardement, welches nur den Zweck hat, durch Beunruhigung der Garnison und Zerstörung ihrer Vorräthe die Kapitulation zu erzwingen, — sich also weniger oder gar nicht in den Kampf mit den Geschützen der Festung einläßt, sich vielmehr diesen durch eine größere Entfernung und gedeckte Anlage zu entziehen sucht.

Es wird nur da angewandt werden, wo die Verhältnisse günstig, d. h. also wo man durch Zerstören der Unterkunftsräume und Vernichten der Vorräthe aus größerer Entfernung einen energielosen Kommandanten und eine demoralisirte Garnison zur Uebergabe zu veranlassen hoffen darf, und wenn die Mittel zur Durchführung des förmlichen Angriffs ungenügend sind.

2. Das vorbereitende Bombardement, welches jedem förmlichen Angriffe vorangeht und denselben einleitet, insofern dasselbe den Vertheidiger neben dem Zweck des reinen Bombardements auch noch von der Armirung seiner Werke abzuhalten beabsichtigt und hierbei seine Hauptkommunikationen unter Feuer hält. Die zu diesem Zweck erbauten Batterien bleiben sodann neben denen des förmlichen Angriffs weiter in Thätigkeit.

Wenn also das reine Bombardement meist nur aus schweren Bombardementsbatterien geschieht, so werden zum vorbereitenden Bombardement sowohl schwere als leichte Bombardementsbatterien verwandt werden, welchen letzteren wohl vorzugsweise die Aufgabe zufallen wird, die Armirung der Werke zu beeinträchtigen und die Kommunikationen unter Feuer zu halten. Ich komme somit zum

IV. förmlichen Angriff. Die historische Skizze über die Entwickelung der kurzen 15 Cm. Kanone sagt in den Anmerkungen Seite 117: „die schweren Bombardementsbatterien (15 Cm. Kanonen) werden vor der förmlichen Angriffsfront erbaut, um dem Angreifer schon am 1. Tage nach Eröffnung des förmlichen Angriffs womöglich die Ueberlegenheit im Geschützkampfe zu verschaffen."

Soviel Richtiges hierin liegt, möchte ich dies doch nicht so absolut hingestellt wissen. Ob schwere ob leichte Bombardementsbatterien, das entscheidet doch wohl nur die Entfernung und die Festigkeit des Ziels.

Als bestes Beispiel, wie Bombardementsbatterien anzulegen sind, wird die 15 Cm. Bombardementsbatterie Nr. 1 bei Schlettstadt bezeichnet. Dieselbe lag gar nicht vor der Angriffsfront,

Digitized by Google

sondern südöstlich dieser Festung, während der beabsichtigte Angriff gegen die Nordwestfront gerichtet war.

Diese Batterie trug, obschon über 2400 M. von den Werken entfernt, am meisten zur Kapitulation von Schlettstadt bei, indem sie die Eingänge der auf der angegriffenen Front gelegenen Pulvermagazine beschoß und die Stirnmauer des Hauptmagazins soweit geöffnet hatte, daß man später bei der Uebergabe Sprengstücke im Innern desselben vorfand.

Man wird also der Entfernung entsprechend, da leichte Bombardementsbatterien anlegen müssen, wo leichte Ziele beschossen werden sollen, z. B. zum Enfiliren einer Kommunikation ꝛc., und umgekehrt, da wo feste Ziele zu beschießen sind, schwere Bombardementsbatterien erbauen.

Wenn daher das Hauptpulvermagazin von Schlettstadt auch nicht auf der Angriffsfront gelegen hätte, so würde die schwere Bombardements-Batterie Nr. 1, wenn sie es hätte in derselben Weise beschießen können, doch ganz richtig placirt gewesen sein.

Auf die Zahl der Bombardementsbatterien sind von Einfluß:

1. Die Größe der Stadt;
2. Die Zahl und Ausdehnung der zu beschießenden Objekte in derselben, als Kasernen, Pulver- und Proviantmagazine, Laboratorien, Zeughäuser, Kommandantur, Bäckerei ꝛc.
3. Die Länge, Anzahl und Breite der Hauptkommunikationen,
4. die Anzahl, Länge und Geschützarmirung der Linien auf der anzugreifenden Front.

Auf die Geschützgattungen und Kaliber influiren Lage, Bauart und Festigkeit der Ziele.

Als leichte Bombardementsbatterien gelten die Batterien gezogener 9 und 12 Cm.-Kanonen, als schwere die mit gez. 15 Cm.-Kanonen resp. schweren Mörsern armirten.

Von der französischen Presse ist uns bei den genannten Bombardements wiederholt der Vorwurf gemacht worden, daß wir uns einer völkerwiderrechtlichen Grausamkeit dadurch schuldig gemacht hätten, daß wir auch Bürgerquartiere beschossen haben. So lange jedoch der Vertheidiger hierin Quartier erhalten hat, und so lange militairische Gebäude innerhalb der Stadt liegen — ist dies eine durchaus gebotene Maßregel. Ein solcher Vorwurf hätte nur dann einen Schein von Berechtigung, wenn die Kriegs-

Digitized by Google

besatzung vollständig in bombensicheren Räumen untergebracht wäre. Dies wird aber nur selten der Fall sein, bei den meisten Festungen wird sogar der größere Theil der Besatzung in Bürgerquartieren liegen müssen.

System des Bombardements: Giebt es in einer zu belagernden Festung Objekte, wie oben genannte, deren Beschießung allein schon die Kapitulation schneller befördern dürfte, so werden die Bombardementsbatterien eingetheilt in solche:

1. zum Beschießen der Hauptobjekte (Batterie 1 vor Schlettstadt);
2. zum Beschießen der Kommunikationen;
3. zum Beschießen der Werke zum Zweck der Vorbereitung für den förmlichen Angriff. Dazu treten unter Umständen:
4. die Batterien zum Bombardement der ganzen Stadt. Hierbei ist letztere in bestimmte Abschnitte zu theilen; jeder Abschnitt wird einer Gruppe von Bombardementsbatterien zugetheilt, jede Batterie erhält wiederum ihren kleineren Abschnitt, jedes Geschütz seine spezielle Aufgabe — kurz, man gehe hierbei möglichst systematisch zu Werke und suche es möglichst so einzurichten, daß die Streuungskreise der einzelnen Geschütze sich annähernd berühren. Es muß festgestellt sein, was dann noch übrig bleibt.

Ganz und gar nicht systematisch war das Bombardement von Straßburg, hier wurden einzelne Stadttheile ganz zusammengeschossen, während andere gar kein Feuer erhielten.

Bei dem Bombardement von Fort Mortier bei Neu-Breisach hatte man das ungedeckte Pulvermagazin in demselben gar nicht beschossen, auch keine Bresche gelegt, obgleich letzteres möglich war. Die Beschießung dieses Forts auf 1600 Schritt kostete 4000 Schuß, die von Schlettstadt nur 2000 Schuß.

Ebenso hatte man bei dem Bombardement von Longwy, das sonst systematisch zu nennen ist, unterlassen, das Haupt-Pulvermagazin im Bastion III. zu beschießen, obwohl man die genauesten Pläne besaß und von dem linken Chiers-Ufer, vom Plateau Mexy aus den rückwärtigen ungedeckten Eingang zu demselben, eine nur schwach durch Holz geblendete Stirnmauer ganz sicher hätte treffen können, wodurch die Kapitulation mit weniger Aufwand und in viel kürzerer Frist herbeigeführt worden wäre.

Digitized by Google

Die Entfernungen, auf welchen Bombardementsbatterien angelegt worden sind, variiren zwischen 1600 bis 4000 Schritt.

Ein bestimmtes Maß für dieselben läßt sich nicht angeben; sie werden stets abhängig sein:

1. allgemein von dem Zweck, welchen der Angreifer hierdurch verfolgt, also auch von der Größe und Festigkeit der Objekte.
2. von der Geschütz-Armirung des Vertheidigers, ob man hoffen darf, sie zu überwältigen.
3. von der Größe der Mittel des Angreifers;
4. von den Deckungen, welche das Terrain dem Angreifer bietet.

Grundsätze für die Eröffnung des Feuers:

1. dasselbe muß gleichzeitig und überraschend von allen Bombardementsbatterien eröffnet werden.
2. es muß ohne Unterbrechung gefeuert werden.

Man sorge also von Hause aus für ein genügendes Quantum an Munition, ehe man das Feuer eröffnet.

Ein derartiger Fehler war von unserer Seite bei Neu-Breisach gemacht worden: Hier hatte man zuerst in verschiedenen Batterien 15 Cm.-Kanonen placirt, nach nur 24stündigem Feuer war aber deren Munition schon verschossen, es wurden sodann 12 Cm.-Kanonen an deren Stelle gesetzt, da hierfür mehr Munition vorhanden war. Das kostete allerdings viel Zeit und in Folge dessen mehr Munition. Die genannte Beschießung soll 4000 Schuß erfordert haben.

Munitionserforderniß: pro Geschütz und 24 Stunden einer Bombardementsbatterie werden 50 Schuß gerechnet.

Art des Feuers: Die Geschütze müssen gleichmäßig ohne Pausen feuern, besonders gegen Pulvermagazine. Durch eine Feuer-Pause, ich glaube bei Neu-Breisach, hatten die Franzosen Gelegenheit gehabt, ein ganzes Pulvermagazin, das bedroht war, auszuräumen. Man hatte wiederholt Gelegenheit, in dieser Beziehung eine ganz fehlerhafte Aufmerksamkeit zwischen preußischen und französischen Batterien zu bemerken, die in einem gegenseitigen Einstellen des Feuers bestand. Es müßte im Gegentheil gegen eine Linie, die das Feuern eingestellt hatte, ruhig weiter gefeuert werden, denn das Einstellen des Feuers ließ doch voraussetzen, daß der Vertheidiger dort demontirt war und daselbst arbeiten ließ, um bald wieder schußfertig zu werden.

Digitized by Google

Ganz besonders wichtig bei einer Belagerung ist der Besitz genauer Karten. Der Maßstab 1 : 10,000 wird als ausreichend angenommen. Solche Karten sind besonders beim Schießen aus Bombardementsbatterien von praktischen Nutzen gewesen. Beispielsweise sollte ein wichtiges militairisches Gebäude im Innern der Stadt beschossen werden, welches aus dem Vorterrain nicht sichtbar war. Unfern desselben aber giebt die Karte z. B. einen Kirchthurm an, welchen man von der Batterie aus sehen kann. Es wurde nun der Winkel, welchen dieser sichtbare Punkt, die Batterie und das unsichtbare Ziel auf der Karte bilden, gemessen resp. durch Rechnung gefunden und beim Nehmen der Seitenrichtung mit in Rechnung gezogen — oder, war der Winkel sehr groß, so — aus der Karte geschnitten und darauf das Geschütz so gerichtet, daß der eine Schenkel des Winkels auf das sichtbare Objekt, die Visirlinie des Geschützes mit dem anderen Schenkel auf das beabsichtigte Ziel hinwies. Hatte das Ziel große Abmessungen, so konnte man trotz einer gewissen Ungenauigkeit noch auf gute Resultate hoffen.

Da die Bombardementsbatterien sowie überhaupt die ersten Batterien des förmlichen Angriffs in Zukunft wegen der Zunahme der Entfernungen mehr aus gedeckten Stellungen werden feuern können, so werden fortan sämmtliche Belagerungslaffeten mit der Richter'schen Richtvorrichtung, welche sich sehr gut bewährt hat, versehen werden. Ueberhaupt wird der indirekte Schuß wegen der großen Vortheile, die er hat, in und vor Festungen immer mehr kultivirt werden. Bei Straßburg haben sich die Franzosen desselben nicht bedient, wohl aber bei Belfort.

Die Krammen für die Richter'sche Richtvorrichtung haben sich indessen nicht bewährt, da sie zu klein sind, und die Richtungslinien auf ihnen sich leicht verwischen.

In Folge dessen sind neuerdings solche von 1/2 M. Länge und 6 Cm. Breite von dreiseitig prismatischer Gestalt, deren obere Kante senkrecht rechtwinklig ausgeschnitten und schwarz lackirt wurde, als vortheilhaft anerkannt worden.

Eine Frage der Neuzeit ist es, ob die Aëronautik soweit vorschreiten wird, daß man sich bei fehlenden Observatorien des Luftballons mit Vortheil in und vor Festungen wird bedienen können, — ebenso, ob man des Nachts mit dem Kalklicht oder elektrischen Licht ganze Festungsfronten resp. das weitere Vorterrain zu erleuchten

Digitized by Google

vermag. Die Franzosen haben auf der Ostseite von Paris sich desselben mit Vortheil bedient.

Die erste Parallele: Das Sappeur-Reglement schreibt vor, daß vor dem Bau der ersten Parallele die Schützen des Angreifers mit dem Anbruch der Dunkelheit bis auf 300 M. sich dem Glacis nähern und daselbst eingraben sollen.

Ich glaube, daß dies trotz der Einführung weittragender gezogener Hinterlader für die Infanterie keine Veränderung erleiden wird, insofern die Anlage der ersten Parallele in mondhellen Nächten vermieden werden wird. Bei Belfort hatte man den Bau der ersten Batterien resp. der ersten Parallele so lange aufgeschoben, bis die Nacht dafür günstig war.

Die Entfernungen der ersten Parallele von der Festung betrug

bei Straßburg ca. 8—900 M.
= Schlettstadt ca. 700 M.
= Belfort ca. 750 M. von den Perches entfernt,

während die ersten und die Bombardementsbatterien daselbst 1200—2000 M. und darüber entfernt lagen.

Das Maß der Entfernung der ersten Parallele wird überall abhängen:

1. von der Beschaffenheit des Terrains,
2. von der Stärke der Armirung der anzugreifenden Front,
3. von der Tüchtigkeit der Garnison,
4. ob man mittelst Bombardementsbatterien hat vorbereiten können oder nicht;
5. vom Wetter, ob hell oder dunkel und der Windrichtung.

Die ersten Batterien: Ein Haupterforderniß ist, daß man von Hause aus überwältigend auftritt. Soll der Bau einer Batterie incl. Schußfertigkeit in einer Nacht ausgeführt werden, so rechnet man für eine solche zu 4 Geschützen 2 Festungs-Kompagnien.

Je mehr Batterien man in der ersten Nacht fertig stellen kann, desto näher können dieselben hinter der ersten Parallele erbaut werden; darf man aber nicht darauf hoffen, überwältigend von Hause aus auftreten zu können, desto entfernter und gedeckter wird deren Aufstellung sein müssen.

Mit vielem Vortheil sind bei den Belagerungen 1870—71 allerlei natürliche und künstliche Deckungen benutzt worden: natürliche, als man hinter Dämmen, Hecken, Gärten, selbst Gebäuden die Batterien anlegte, künstliche, als man 2—300 Schritt

Digitized by Google

hinter aufgestapeltem Reisig baute und schoß, um so der Beobachtung zu entgehen und die Korrektur der feindlichen Schüsse zu erschweren.

Wird eine Batterie in der ersten Nacht nicht fertig, und hat man mit Tagesanbruch Feuer erhalten, so ist es vortheilhaft, 1—2 Tage den weiteren Bau liegen zu lassen, damit der Vertheidiger zu dem Glauben veranlaßt wird, daß er es nur mit einem Stück Parallele zu thun habe — und nicht mehr darauf feuert — dann erst wird die Arbeit wieder aufgenommen.

Ferner ist es vortheilhaft, nie Batterien von mehr als 4 Geschützen zu erbauen. Bei Straßburg sehen wir solche bis zu 8 Geschützen, bei Schlettstadt und Neubreisach solche zu 6, endlich bei Belfort nur noch zu 4 Geschützen. Gründe hierfür sind folgende: 1. Der Bau einer Batterie zu 4 Geschützen erfordert 40 Wagen mit Material (50 Wagen, wenn 50 Eisenbahnschienen als Eindeckungsmaterial hinzukommen). Dies giebt schon eine lange Kolonne, welche weithin sichtbar sein wird, es ist wenig Grund dafür, dieselbe noch zu vergrößern. 2. Eine Kompagnie, nach Abzug aller Kommandirten und Kranken, wird eben nur für 4 Geschütze mit 2 Ablösungen und den erforderlichen Arbeiten für den Munitionstransport ausreichen, wobei zu berücksichtigen, daß jedes Geschütz mit ca. 60 Schuß pro 24 Stunden dotirt und die Munition oft mehrere tausend Schritt herangetragen werden muß. 3. Die Leitung von mehr als 4 Geschützen in einer Batterie (unter einem Offizier) ist erschwert.

Beim Bau der Batterien ist insbesondere auf eine gute Eindeckung der Pulvermagazine Rücksicht zu nehmen. Bei Belfort wurde ein solches durch feindliches Feuer in die Luft gesprengt, an anderen, die anfänglich zu schwach eingedeckt waren, mußte bis zuletzt jede Nacht gearbeitet werden.

Geschoßräume hatten wohl auch durch feindliches Feuer gelitten, es haben aber die Erfahrung und angestellte Versuche gelehrt, daß unsere Geschosse, selbst von Sprengstücken mitten unter ihnen krepirender Granaten getroffen, nicht explodirt sind. Es hat sich aber die Nothwendigkeit ergeben, auf jedem Flügel der Batterie je einen Geschoßraum zu erbauen, damit die Bedienungen nicht durch die ganze Batterie zu laufen haben. Ferner ist für hinreichende gesicherte Unterkunftsräume für die Bedienungen zu sorgen, welche am besten in die Brustwehr einzubauen sind.

Digitized by Google

Die gefährlichsten Schüsse waren die französischen Perkussions-Granaten, welche mehr seitlich die innere Brustwehrkrete streiften — da wirkte ein solcher Schuß wie ein Kartätschschuß und traf selbst die dicht hinter der Brustwehr stehenden Mannschaften. Traversen wurden als die Uebersicht und die Kommunikation in der Batterie hemmend und somit nicht als empfehlungswerth bezeichnet.

Die hauptsächlichsten Batterien sind die Demontirbatterien. Sie müssen über 900 M. von intakten feindlichen Linien entfernt liegen, um nicht durch Gewehrfeuer zu leiden. Die Demontirbatterien vor Straßburg zwischen der 1. und 2. Parallele schossen schlechter als die weiter rückwärts gelegenen, da viele der richtenden Nummern durch Gewehrfeuer außer Gefecht gesetzt wurden. In der Regel wurde auf 1200 M. Entfernung demontirt; es sind aber selbst bis auf 2000 M. entfernt Demontirbatterien erbaut worden. Hierbei war das Einschießen jedoch sehr schwierig, insbesondere wo Schnee oder Regen die Beobachtung erschwerte. Für das Richten nach einem Hilfsziel ist es stets am vortheilhaftesten gewesen, dasselbe so nah als möglich am Ziel, am besten hinter demselben gelegen sich auszusuchen.

Das Ricochetiren ist sehr künstlich und schwierig. Die Belagerungen, bei denen Ricochetbatterien wochen- und monatelang Linien der Länge nach beschossen und nicht getroffen haben, zeigen, daß dieser Schuß doch nicht so vorkommt, wie er im Buche steht. Die verlängerten Linien sind sehr schwer aufzufinden; außerdem entstehen oft vor den Batterien Brustwehren durch den Sappeur, welche das Richten sehr erschweren. Dasselbe gilt vom Enfiliren.

Mörserfeuer ist überall von entscheidender Wirkung gewesen und selbst in den Belagerungsbatterien wurden hierdurch viele Verluste herbeigeführt. Unsere Mörser entsprachen jedoch wenig ihrem Zweck. Schon beim Schießen auf 900 M. wurden sie unbrauchbar und standen hierin sowohl, wie in der Trefffähigkeit auf größeren Entfernungen den französischen bedeutend nach.

Der indirekte Bresch-Schuß aus dem kurzen 15 Cm.-Kanon hat sich im Allgemeinen bewährt. Quer über den Graben mit schwacher Ladung ist aber vor Straßburg 4 Tage lang an einer Bresche geschossen worden, so daß hiernach der Wunsch, ein ähnliches Kanon mit größerem Kaliber (die 21 Cm.-Haubitze) einzuführen gerechtfertigt erscheint.

Noch zu erwähnen ist, daß die gezogene 9 Cm.-Kanone in der

Digitized by Google

Feldlaffette für Emplacements sich nicht als geeignet gezeigt hat: das Geschütz ist hierin nicht gedeckt genug und dürfte in Zukunft wohl hierin die Belagerungslaffete zur Anwendung kommen.

Was die Wirkung unserer Belagerungs-Geschütze anbelangt, so kann dieselbe in dem Kriege 1870—71 wohl als eine hinlänglich befriedigende anerkannt werden, hingegen ließ die Tragfähigkeit derselben, bei Belfort insbesondere, viel zu wünschen übrig. Hierzu kam noch, daß unser Geschützpulver nur gar zu leicht den Witterungseinflüssen unterliegt.

Gegen Ziele von Erde und Mauerwerk zeigte sich am günstigsten die 15 Cm.-Granate, weniger günstig die 12 Cm.-Granate.

Als eine sehr wirksame Schußart gegen feststehende Ziele hat sich das Shrapnel erwiesen. Es wurde insbesondere bei Straßburg oft durch ein wohlgezieltes Shrapnel mehr als mit vielen Granaten erreicht. Die französischen Artilleristen nämlich besserten mitten im Granatfeuer ihre Scharten immer wieder von Neuem aus, kam aber eins unserer Shrapnels, so blieben sie gleich für lange Zeit weg.

Der Shrapnelschuß ist auch das einzige Mittel, mit einiger Aussicht auf Erfolg verdeckt liegende oder im Bau begriffene Batterien zu beschießen. Es ist zu hoffen, daß die Dotirung mit diesem Geschoß für die Festungs- und Belagerungs-Geschütze eine reichlichere werden wird.

Ganz unbestimmt ist das zu einer Belagerung erforderliche Munitionsquantum. Es steht gleichwohl aber ohne Zweifel fest, daß sich auch hierin sparen läßt und zwar sowohl durch eine systematische Anlage und Feuerthätigkeit der Bombardementsbatterien als durch die geschickte Führung des ganzen förmlichen Angriffs überhaupt.

Interessant ist es, zu erfahren, daß die Belagerung von Straßburg ohne Bombardement soviel Munition gekostet hat, als die von Belfort mit Bombardement, nämlich 200.000: im Durchschnitt pro Geschütz ca. 1000 Schuß.

Aus dem bisher Erwähnten hat sich für die Bildung eines neuen Belagerungs-Trains als nothwendig herausgestellt:

1. Die Konstruktion eines neuen gezogenen 15 Cm.-Kanons mit größerer Ladung, ev. einer Tragfähigkeit bis zu 7500 M.
2. Das gezogene 15 Cm.-Kanon ausscheiden zu lassen und dafür

Digitized by Google

nur das kurze 15 Cm.-Kanon als eigentliches und hauptsächlichstes Belagerungs-Geschütz beizubehalten.

3. Das 12 Cm.-Kanon nur in geringerer Anzahl beizubehalten, um es da anzuwenden, wo das kurze 15 Cm.-Kanon des größeren Gewichts wegen nicht hingeschafft werden kann. (Batterie auf dem mont du chat vor Longwy).
4. Die Konstruktion einer gezogenen 21 Cm.-Haubitze, da die Perkussionskraft des kurzen 15 Cm.-Kanons gegen starkes Mauerwerk beim indirekten Schuß nicht ganz ausreicht.
5. Die Einführung gezogener Mörser.
6. Eine Anzahl gezogener 9 Cm.-Kanonen, aber nur für die Emplacements zu belassen.

---

2. Die in Hinsicht auf das Material ebendaselbst gemachten Erfahrungen.

I. Das Material des Geschützrohrs. Was die absolute Haltbarkeit desselben anbelangt, so ist mir nur ein Fall bekannt worden, welcher die des Gußeisens in Frage stellte, indem bei einem kurzen 15 Cm.-Eisenkanon das Bodenstück am Verschluß bei 1,5 K. Ladung absprang. Neuerdings ist man mit der Konstruktion des kurzen 15 Cm.-Broncekanon beschäftigt gewesen, und es dürfte sich wohl überhaupt nur noch um die Wahl zwischen Bronce und Stahl handeln.

Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß broncene Röhre, namentlich bei kleinen Ladungen leichter verschmutzen als gußeiserne und diese wieder etwas mehr als gußstählerne: und zwar: wegen der größeren Weichheit des Materials, der rauheren Oberfläche der Seele, besonders bei gebrauchten Röhren und wegen der stärkeren Verwandtschaft des Bleis zur Bronce resp. zum Zinn in derselben. Hierdurch kann die Bronce einen nachtheiligen Einfluß auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens ausüben.

Bei längerem Schießen aus broncenen Röhren trat noch besonders hervor, daß bei der schlechten Legirung, welche bisher in der Bronce enthalten ist, das Zinn ausgeseigert wurde, wodurch Erweiterungen im Ladungsraum, Wegfressen von Feldern, insbesondere über dem Geschoß — kurz — Beschädigungen der Seele

Digitized by Google

entstanden, welche nachtheilig auf die Regelmäßigkeit der Flugbahn influirten. Außerdem erweiterte sich bei mehreren Geschützen der Raum für den Keilverschluß, wegen der Weichheit des Materials, in einer Weise, daß das Geschütz hierdurch unbrauchbar wurde.

Die Bronce hat aber noch viele Freunde in den bestimmenden Kreisen, in Folge dessen Versuche mit Phosphorbronce und neuere Versuche, broncene Röhre um einen Kern zu gießen, gemacht worden sind. Der Zweck dieser Versuche war, eine innigere und vor allen Dingen härtere Legirung zu gewinnen, ohne an der Zähigkeit des Materials hierdurch wesentlich einzubüßen.

Ueber die Phosphorbronce haben belgische und niederländische Zeitschriften viel Lobenswerthes gebracht. Das Verfahren, broncene Röhre um einen Stahlkern zu gießen, scheint ein gelungenes zu sein. Trotzalledem können hierüber nur längere Schießversuche endgültig entscheiden.

Das Verschmutzen und Verbleien der Seele, welches zunächst ungünstig auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens influirt, hat als weitere Folge des Unbrauchbarwerden des Rohrs. Als bestes Mittel hat sich bisher immer noch das Auswaschen mit Seifenwasser bewiesen, sowie das Ausflammen mit der Gebrauchsladung, während das Entbleien vielfach nicht genützt, sondern in manchen Fällen noch Beschädigungen der Züge und Felder verursacht hatte. Ob Wasser in geleimten Papierhülsen oder im Winter Eis und Schnee als Geschoß verschossen, wodurch Wasserdämpfe gebildet werden, vortheilhaft anzuwenden sind, könnte vielleicht bei den Schießübungen erprobt werden.

II. Die Verschlüsse: Im Allgemeinen hat der Keilverschluß dem Kolbenverschluß gegenüber eine geringere Dichtung und Haltbarkeit gezeigt. Als Ursachen werden angegeben:

1. daß viele von den Keilverschlüssen ohne Kupferliderung gewesen sind.
2. daß die Verschlüsse in der Regel nicht fest genug verschlossen worden sind.
3. daß die Keilverschlüsse mit Kupferliderung nicht immer richtig behandelt worden sind.

Vergleichen wir zunächst die Keilverschlüsse mit Kupferliderung mit denen ohne Kupferliderung d. h. mit voller Stahlplatte, so stellt sich allerdings der Nachtheil für die Kupferliderung heraus, daß bei derselben Spannung der Gase sich bei der Kupferliderung

Digitized by Google

die Fläche vermehrt, worauf die Gase zum Abreißen des Bodenstücks einwirken. (Aus diesem Grunde ist man z. B. beim gezogenen 9 Cm.-Stahlkanon von 1864 von dem Keilverschluß mit Kupferliderung zum Kolbenverschluß übergegangen, also wegen der Haltbarkeit — nicht wegen der Dichtung). Es frägt sich daher mit Recht, ob Kupferliderung überhaupt noch brauchbar ist, da sie uns zwingt, das Metall am Boden zu verstärken. Die Erfahrungen des letzten Krieges haben aber bewiesen, daß der Keilverschluß ohne Kupferliderung viel größere Ausbrennungen hervorgerufen hat, als bei Geschützen mit Keilverschluß mit Kupferliderung.

Als Ursachen werden hierfür angegeben:

1. Der Preßspahnboden verliert leicht seine Form bei der Aufbewahrung und lidert dann weniger gut als die Kupferliderung.
2. Bei broncenen Geschützen mit eingeschraubten Stahlringen sind letztere oft lose geworden, da sie beim Schießen federn und die Bronce dadurch aufweiten.
3. Unter diesem Einfluß hat der Preßspahnboden das Bestreben, den Stahlring jedesmal beim Schießen nach rückwärts herauszureißen, während hierbei die Kupferliderung den Stahlring hineindrückt.

Zum festeren Verschluß der Keilverschlüsse wird vorgeschlagen, den Hebel dadurch zu verlängern, daß ein Gasrohr auf den Arm der Kurbel aufgesteckt wird, oder — daß beim Schließen auf die Kurbel ein Schlag mit dem Hebebaum ausgeführt wird.

Was die richtige Behandlung des Keilverschlusses mit Kupferliderung anbelangt, so tritt schon der Transport derselben in den Vordergrund — sie muß hierbei gegen alle Beschädigungen, insbesondere gegen das Verbiegen geschützt sein. Es ist also ein sehr sensibler Apparat — er hängt davon ab, wie man ihn von Hause aus hinstellt, aber, wenn richtig behandelt, befriedigt er auch alle Anforderungen: es wird ferner nothwendig, sowohl vor als wie nach dem ersten Schuß nachzusehen, ob die Kupferliderung lidert — klemmt sie sich, ist sie verbogen, so wird gleich mit dem ersten Schuß der Grund, die Ursache nicht allein zu Klemmungen, sondern auch zu den nachherigen Ausbrennungen gelegt. In Folge dessen ist jetzt eine neue Verpackung der Kupferliderungen „in Blechbüchsen mit Filzplatten" angeordnet. Die Behandlung der Kupferliderung ist erschwert beim 15 Cm.-Kaliber, also mit Zunahme der

Digitized by Google

Größe. Beim 17 Cm. und höher hinauf ist sie unbrauchbar, da das Material, das Kupfer, sich durch die Spannung der Gase verschiebt. Auch bildet, da beim 15 Cm.-Kanon Nr. 2 kaum den Verschluß zu handhaben vermag, das 15 Cm.-Kaliber die äußerste Grenze für den Doppelkeilverschluß — und es steht in Aussicht, bei diesem wie auch bei kleineren Kalibern den einfachen Flachkeilverschluß zu erhalten.

Ueber den Keilverschluß mit Broadwellring stehen mir keine Erfahrungen zu Gebote — er libert ebenso gut wie die Kupferliderung, ist aber wohl noch difficiler, er ist eingeschliffen und kann nicht so leicht ersetzt werden. Er dürfte wahrscheinlich für die neu zu konstruirenden Geschütze mit größerer Tragfähigkeit angewandt werden, da hier wegen der größeren Ladung die Kupferliderung als Material nicht mehr ausreicht. Der Broadwellring ist beim broncenen Rohr nicht anwendbar, da beide Materialien gleich stark federn müssen, also würden die neu zu konstruirenden Geschütze nur aus Gußstahl anzufertigen sein. Eine weitere Erfahrung über die Verschlüsse hat ergeben, daß der Doppelkeilverschluß nicht überall stark genug gewesen ist, so sah ich 2 gezogenr 12 Cm. mit zerbrochenen Keilen in Longnyon, welche von Diedenhofen aus zur Belagerung von Longwy dorthin gesandt worden waren.

III. Die Laffeten. Unsere Laffeten haben sich überall sehr gut bewährt. Insbesondere hat sich die Richter'sche Vorrichtung zum Nehmen der Seitenrichtung als von so großer Bedeutung gezeigt, daß gleich nach Beendigung des Feldzuges 1870—71 der Befehl erlassen wurde, sämmtliche Belagerungslaffeten mit derselben zu versehen. Wenn dies noch nicht überall ausgeführt ist, so liegt dies in der Schwierigkeit, die hintere Scala bei der 9 Cm.-Laffete anzubringen.

Mittelst der genannten Seitenrichtvorrichtung ist man nicht allein im Stande, aus dem betreffenden Geschütz des Nachts mit derselben Genauigkeit wie am Tage zu schießen, sondern, was von großer Bedeutung ist, man kann jede Korrektur nach der Seite sofort durch die Scala bewirken — und man kann sich vielfach solcher Deckungen bedienen, welche das Geschütz der Beobachtung des Gegners vollkommen entziehen, als Dämme, Gärten, Häuser ꝛc., ohne an der Wahrscheinlichkeit des Treffens im Geringsten einzubüßen, insofern die eigene Beobachtung hierdurch nicht allzusehr erschwert wird.

Digitized by Google

Dies ist von den weittragendsten Folgen — zunächst für die Anlage verdeckt liegender Angriffs-Batterien, wie schon weiter oben angedeutet worden ist, dann aber auch, worauf später noch zurückgekommen werden soll, für die Vertheidigung von Festungen.

IV. Die Munition und die Zündungen.

Die Munition ließ viel zu wünschen übrig. Das Pulver war schlecht; einmal hatte es nicht die genügende treibende Kraft, dann war es zu hydroskopisch, in Folge dessen man auf großen Entfernungen selbst bis ¼ derselben kürzer schoß, als die Schußtafeln angaben (Belagerung von Belfort).

Die Granaten für unsere gezogenen Kanonen lieferten noch immer einen hohen Prozentsatz Versager. Es werden zweierlei Ursachen hierfür angeführt: 1) das schiefe Eindrücken der Zünd- und Mundlochschraube, in Folge dessen die Nadel die Zündpille nicht erreicht und 2) das Eindringen von Erde ꝛc. in das Vorsteckerloch beim Aufschlag der Granate. Letztere Ansicht vermag ich nicht zu theilen, da der Weg des Nadelbolzens bis zur Zündpille ein kürzerer ist, als der der Erde ꝛc. durch das Vorsteckerloch bis zum Perkussions-Apparat. Dahingegen habe ich in Longwy mehrere der nicht krepirten Granaten gefunden, deren Zündschrauben ganz unbrauchbar, d. h. nicht mehr explosible Zündpillen hatten.

Die Friktionsschlagröhren standen an Güte den französischen nach.

---

3. Allgemeines über den heutigen Standpunkt der Artillerie-Technik.

Wir leben jetzt in einer Zeit, in welcher die Artillerie-Technik rapide vorwärts schreitet, da die einzelnen Nationen hierin als Rivalen sich gegenüber stehen. Neue und wichtige Erfindungen lassen die Wahrscheinlichkeit zu, daß für das bisherige Pulver eine bessere treibende Kraft gefunden wird, andrerseits ist die Panzerfrage so sehr ventilirt worden, daß hiermit allein schon eine große Revolution im Festungskriege hervorgerufen werden dürfte — kurz Aller Augen sind darauf gerichtet. Auch wir sind sowohl vor dem letzten Kriege als nach demselben nicht müßig gewesen, und

Digitized by Google

es liegen der Artillerie-Prüfungs-Kommission in Berlin Materien vor, die eine ganz eminent weittragende Bedeutung haben. Die Ursachen sind schon vor dem Feldzuge 1870/71 dagewesen, der letztere hat sie aber dringender gemacht.

Beim Feldgeschütz lag schon lange der Wunsch vor, ein Einheits-Geschütz zu erhalten: das 9 Cm.-Kaliber für alle Verhältnisse war zu schwer, die Geschoßwirkung desselben wollte man aber nicht aufgeben — dabei war hier besonders das Streben, eine möglichst $^1/_4$ — $^1/_3$ granatschwere Ladung, also eine rasantere Flugbahn zu erhalten, wobei die Trefffähigkeit noch möglichst gesteigert werden sollte.

Auch bei den Geschützen der Festungs- und Belagerungs-Artillerie ist es als erforderlich anerkannt, eine größere Tragweite zu erhalten, sowie eine ganz gleiche Bewegung, seitdem Menschen auf über 2000 M. Entfernung durch Infanteriegeschosse gefallen sind, bei der Neukonstruktion einer Infanterie-Schußwaffe stattgefunden hat — nur mit dem Unterschied, daß man hier mit Zunahme der Ladung das Kaliber verringern kann.

Bei jeder Schußwaffe indeß ist zu berücksichtigen, daß nur diejenige, welche bei gleicher Schußweite die geringere Streuung beim Schießen zeigt, als Sieger im Ernstgebrauch hervorgehen wird.

Ferner läßt sich nicht überall durch eine größere Ladung die größere Tragweite erreichen, da die bisherige Gebrauchsladung meist schon die Maximal-Ladung, d. h. die für die zulässig stärkste Gasspannung berechnete ist.

Es handelt sich vielmehr für alle Schußwaffen um die Einführung eines anderen Pulvers, und somit ist die Pulverfrage noch jetzt die erste und bestimmende und bis zum heutigen Tage noch nicht bis zum vollständigen Abschluß gelangt.

Eine zweite Hauptfrage, welche mit der Pulverfrage eng zusammenhängt, da sie in Belgien das Baryt-Pulver, in Nord-Amerika das prismatische Pulver entstehen ließ, ist die Panzerfrage.

Ingenieur-Major Schumann hatte schon früher in Mainz seine Panzer-Batterien und nun neuerdings seinen Panzer-Drehthurm zur Geltung gebracht. Gegen letzteren fanden im Sommer 1871 eingehende Schießversuche auf dem Tegeler Schießplatze statt: und zwar aus dem langen 15 Cm.-Marine-Ringkanon auf 300 M. Entfernung mit Hartgußgranaten und Vollgeschossen.

Digitized by Google

Im Allgemeinen sei erwähnt, daß der Panzer den stärksten Ladungen aus diesem Geschütz widerstanden hat, und daß selbst Treffer durch die Schartenöffnung, welche im Innern des Thurmes eine große Verwüstung anrichteten, die Drehbarkeit desselben nicht beeinträchtigen konnten. Der Panzer-Drehthurm übt jedoch durch eine solche Beschießung einen nachtheiligen Einfluß auf seine Umgebung aus, indem bei einem horizontalen Auftreffwinkel von 90° bis zu 60° sämmtliche Geschosse zerschellten, so daß deren Trümmer wie ein Kartätschschuß das ganze seitwärts und rückwärts gelegene Terrain bestrichen. Hiernach erscheint es vortheilhaft, den Thurm mit einer Enveloppe zu umgeben, welche einerseits die Scharten schützt, resp. diesen Zielpunkt mehr verdeckt, andrerseits die gefährliche Wirkung der zerschellenden Geschosse nach der Seite zu mildert oder aufhebt. Unter solchen Bedingungen würde der Panzer-Drehthurm ganz passend über der Kapitalkaponiere eines Forts zu erbauen sein, die Geschoßtrümmer werden von der hinter ihm aufsteigenden Brustwehr aufgefangen, seine Scharten durch das vorliegende Glacis gedeckt sein. Dies wird jedoch meiner Ansicht nach nicht ganz dem Zweck des Panzerthurms entsprechen; er muß das Vorterrain beherrschen und das Feuer der 1sten Batterien paralysiren, also ein freies Gesichtsfeld haben.

Hiernach sind Panzer-Drehthürme auf besonders wichtigen Punkten der 1sten Vertheidigungslinie (jedoch außerhalb der detachirten Forts) zu erbauen:

1) um eine Lücke in derselben auszufüllen,

2) zur Flankirung vorwärts gelegener detachirter Forts.

In beiden Fällen darf durch ihre Anlage der Zweck, das Vorterrain weithin zu beherrschen, nicht verloren gehen.

Panzer-Drehthürme bilden endlich vortheilhaft die 2te Vertheidigungslinie, wenn die 1ste genommen, und es ist Sache der Technik zu erfinden, ob dieselben in hierzu vorbereiteten Stellungen in kürzester Frist aufgestellt werden können.

Welch' bedeutenden Einfluß die Panzerfrage auf den Angriff ausübt, geht daraus hervor, daß sowohl die Panzer-Batterien als genannte Panzer-Drehthürme den Angreifer veranlassen müssen, schwerere Kaliber, als wie bisher in der Belagernngs-Artillerie üblich, diesen Zielen auf nahe Entfernungen und winkelrecht gegenüber zu stellen.

Wie schwierig es aber ist, schon das 15 Cm.-Kanon in den

Digitized by Google

Approchen aus den 1sten Batterien näher an die Festung, beispielsweise bis in die Brech- oder Kontre-Batterien zu schaffen, zumal in einem von Regen ꝛc. aufgeweichten Boden, haben wir wohl Alle schon praktisch erfahren.

Die Kosten eines Panzer-Drehthurms belaufen sich auf ca. 30000 Thlr.

---

4. Folgerungen für die Vertheidigung von Festungen nebst Vorschlägen zu einer Vermehrung der Vertheidigungsfähigkeit der letzteren.

Aus dem bereits unter der Rubrik Blockade und Bombardement Gesagten resultirt für den Vertheidiger Folgendes:

1) er sorge für Wasser und hinreichende Lösch-Anstalten und suche alle brennbaren Stoffe möglichst sicher unterzubringen; hierfür, namentlich für Fourage, Proviant ꝛc., eignen sich insbesondere diejenigen Festungsgräben, welche vom Angreifer nicht beschossen werden können und von dessen Batterien genügend weit entfernt liegen. Als Muster wird in dieser Beziehung die Vertheidigung von Belfort dienen;
2) er widme seine Hauptaufmerksamkeit der gesicherten Unterbringung seiner Munition, insbesondere der Deckung seiner Pulvermagazine;
3) er lege neben seinen Hauptkommunikationen noch Nebenkommunikationen an und zwar in genügender Anzahl;
4) er beherrsche und beschieße auch des Nachts die Verlängerung der Hauptstraßen, welche zur Festung führen, in der weitesten Entfernung, da solche vom Angreifer wegen der Schwierigkeit des Geschütz- und Munitionstransports stets so weit als möglich benutzt werden.

Ein 5ter auch schon dort berührter Punkt ist die Besetzung des Vorterrains. Es lassen sich hierfür einige Beispiele aus der neuesten Kriegsgeschichte anführen: man findet das Vorterrain, insbesondere die Dörfer in demselben, stark besetzt bei der Blockade von Metz, bei der Blockade und dem Bombardement von Paris; bedeutend war auch der Kampf um die Dörfer vor Verdun und noch mehr um die Dörfer vor Belfort. Es befanden sich hier

Digitized by Google

besetzte Dörfer im Westen, Süden und Osten. Danjoutin im Süden und Perouse im Osten haben die Anlage von Bombardements-Batterien resp. den Anfang der Belagerung von Belfort sehr lange verhindert. Es mißlangen mehrere Angriffe auf Danjoutin, bis man später dasselbe aus Batterie Nr. 8 zu bombardiren begann. Der Angriff war gegen die Südostseite der Stadt projektirt. Als man nun bei Danjoutin einen solchen Widerstand fand und sich vergewisserte, daß der dahinter liegende felsige Höhenrücken von den beiden Perches gekrönt war, verlegte man den Angriff Anfang Dezember gegen die Westseite der Stadt, also auf der entgegengesetzten Seite seiner Rückzugslinie, seiner Hilfsquellen und nach der Seite, von welcher der Vertheidiger den Entsatz hoffte — allerdings ein sehr gewagtes Unternehmen. Aber auch hier im Westen machte der Angriff nur geringe Fortschritte, da der linke Flügel wegen der von den Franzosen stark besetzten bewaldeten Höhen nordwestlich von Essert sich weder genügend auszudehnen noch vorzuschreiten vermochte. Man behielt daher die Batterien 1—7 auf der Westseite, ging aber nun entschiedener gegen Danjoutin vor und legte sodann den Hauptangriff gegen die Perches an. Das Dorf Perouse ist während der Belagerung nicht vollständig genommen worden, da es vom Fort „La justice" trefflich flankirt wurde.

Bei Straßburg war das Vorterrain nicht besetzt, obwohl es 22000 Mann Besatzung hatte. Wahrscheinlich war die Formation dieser Truppen noch nicht so weit, um sie nach Außen dislociren zu können. Der spätere Ausfall gegen Schiltigheim mißlang. Die Erfahrung hat gelehrt, daß spätere Ausfälle gegen das Vorterrain, welches der Angreifer besetzt hält, in der Regel abgeschlagen werden (Blockade von Metz), ein abgeschlagener Ausfall aber demoralisirt die Besatzung.

Die Besetzung des Vorterrains hat daher für die Vertheidigung den Vortheil:

a) daß sie die Cernirung der Festung erschwert, daher desgleichen Blockade und Bombardement;
b) daß sie die Ausfälle erleichtert;
c) daß sie die Rekognoszirung verhindert;
d) daß sie den förmlichen Angriff sehr lange aufzuhalten im Stande ist und den Angreifer zwingt, mit verhältnißmäßig größeren Kräften und Mitteln dagegen vorzugehen.

Digitized by Google

Es würde somit die Frage, ob die Vertheidigung mehr nach außen zu tragen ist, zu bejahen sein, und man kann sagen:

5) „Der Vertheidiger, wenn es Kräfte und Geist der Truppen gestatten, besetze die unter den Kanonen der Festung (Forts) liegenden Dörfer ꝛc., verstärke dieselben durch fortifikatorische Anlagen und Feldgeschütze und logire sich in ihnen ein!"

Es ist beinah überflüssig, hierbei einzuschalten, daß es nothwendig ist, zur Besetzung des weiteren Vorterrains nur die zuverlässigsten, die besten Truppen zu verwenden.

6) Die Erfahrungen des letzten Krieges, wonach so viele Festungen durch das bloße Bombardement gefallen sind, haben es ferner für die Vertheidigung nothwendig gemacht, detachirte Forts so weit (5—6000 M.) vorzuschieben, daß der Angreifer nicht mehr im Stande ist, mittelst seiner Bombardements-Batterien das Innere des Hauptplatzes zu erreichen.

Hierbei wird, da die Ausdehnung der 1sten Vertheidigungslinie wohl 40 — 50000 M. erreichen dürfte, von dem bisherigen System sich gegenseitig flankirender Forts abgesehen werden müssen. Die einzelnen detachirten Forts, deren Entfernung unter einander je nach den Verhältnissen 3000 M. und darüber betragen kann, werden daher selbstständiger und deshalb größer gemacht und da angelegt werden, wo die Terrainformation ihre Lage erfordert. Der Angreifer soll gezwungen sein, zu seinen weiteren Unternehmungen sich unter allen Umständen in den Besitz des einen oder anderen Forts zu setzen. Der Verlust eines Forts darf nicht die Vertheidigungsfähigkeit der benachbarten Forts in Frage stellen.

Für die Vertheidigung solcher Forts ist es ferner wünschenswerth:

a) daß dieselben ein möglichst ebenes unbedecktes Vorterrain besitzen, daß mit dem Verlust eines Forts der Angreifer nicht ohne weiteres den Angriff auf den Hauptplatz eröffnen kann, sondern durch das rückwärtige Terrain und dessen Vertheidigungsanlagen gezwungen wird, mittelst Laufgräben und unter Anwendung großer Kräfte und Mittel nur langsam vorwärts zu schreiten;

b) daß sie so erbaut sind, daß ihre Linien entweder gar nicht oder doch nur schwierig zu rikochetiren sind, dieselben aber

Digitized by Google

viele Geschütze zur Vertheidigung des vor- und seitwärts gelegenen Terrains aufnehmen können;

c) daß durch Panzer-Batterien, gedeckte Geschützstände in Eisen ꝛc. der Angreifer einen größeren Widerstand in den Forts findet als bisher;

d) daß das Mauerwerk der Reduits, der Eskarpe und der Kaponièren der Forts sicher dem indirekten Schuß entzogen ist;

e) daß die Wälle die erforderlichen Unterkunftsräume für Mannschaften, Munition und Zündungen bereits im Frieden besitzen;

f) daß die erste Armirung der Forts eine stärkere als bisher wird, um nicht gleich unterliegen zu müssen.

Vorschläge zur Vermehrung der Vertheidigungsfähigkeit der Festungen, speziell der detachirten Forts.

Zwei Hauptnachtheile hat die Vertheidigung dem Angriff gegenüber:

1. Der Angreifer befindet sich in Betreff der Wirkung seiner Geschütze dem Vertheidiger gegenüber entschieden im Vortheil. Gründe:

a. Er baut und armirt seine Batterien meist unentdeckt, während der Vertheidiger die Armirung gegen den förmlichen Angriff unter dem Feuer der aus großen Entfernungen verdeckt liegenden Angriffs- (vorbereitenden Bombardements-) Batterien ausführt und somit auch unter ungünstigen Verhältnissen zum Schuß kommt.

b. Dem Angreifer werden seine Ziele der Lage und den Profilverhältnissen nach meist bekannt sein, er kann sich nach der hohen Brustwehr sicher einschießen, während die Angriffs-Batterien hinter natürlichen oder künstlichen Deckungen sich vielmehr dem Auge und beim Schießen der Korrektur des Vertheidigers entziehen.

c. Die höher gehenden Fehlschüsse des Angreifers gefährden immer noch das Innere der Werke, während dies beim Vertheidiger nicht der Fall ist.

d. Der Angreifer überschüttet das betreffende Werk mit Projektilen aller Art konzentrisch, bringt also mehr Geschosse auf einen viel kleineren Raum zur Wirkung, als dies gegen ihn von Seiten des Vertheidigers der Fall ist.

Digitized by Google

Hieraus geht aber die Nothwendigkeit hervor, sich bei der Vertheidigung nicht allein mit den in den detachirten Forts stehenden Geschützen zu begnügen, sondern auch unter Anlage von seitwärts-rückwärts des angegriffenen Platzes gelegenen Batterien sich die Vortheile zu eigen zu machen, welche das Terrain daselbst darbietet resp. solche Batterien überhaupt wie oben erwähnt gewähren.

Diese Batterien erfüllen dieselben Zwecke wie die Geschütze auf den Wällen, werden jedoch meist in der Lage sein, in den letzten Momenten des Angriffs auf das Werk letzteren zu flankiren und hierdurch sehr wichtig. Ob hierbei einzelne Geschütze in bedeckten Geschützständen zur Thätigkeit kommen können, entscheidet die Terrainformation. Man wird sich in den genannten Batterien am besten nur des gez. 12 Cm.-Kanons wegen der größeren Leichtigkeit des Transportes bedienen.

2. Der zweite Nachtheil liegt darin, daß die Infanterie in den Werken selbst nur in verhältnißmäßig geringer Zahl und dann auch nur unter großen Verlusten sich an der Vertheidigung gegen den förmlichen Angriff betheiligen kann.

Bei Straßburg haben wir allerdings viel Verluste durch Infanteriefeuer von den Wällen erlitten, diese Infanterie ist aber, wie bekannt, bei jedesmaligem Auftreten durch unser Geschützfeuer mehr als decimirt worden.

Hätten die Franzosen in Belfort die beiden Perches durch eine Parallele verbunden und diese mit 1—2 Bataillonen Infanterie besetzt, so würde der Angriff hier wohl nicht sobald den für uns günstigen Ausgang gehabt haben. Statt dessen erhielt der dortige Angriff nur Gewehrfeuer aus den Perches selbst, welches durch unser Geschütz bald zum Schweigen gebracht wurde.

Ich möchte mir daher den Vorschlag erlauben, die Infanterie so weit nnd so stark es immer nur möglich ist, auch außerhalb der Werke, insbesondere der detachirten Forts, zur Vertheidigung des Vorterrains zu verwenden, da sie innerhalb derselben zu wenig in der Hand ihrer Führer, in zu geringer Anzahl und verhältnißmäßig zu großen Verlusten ausgesetzt sein wird — wenn ich auch zugebe, daß man einer genügenden Stärke an Infanterie zur Abwehr des Sturmes event. zur Besetzung der Wälle mit tüchtigen Schützen gleichwohl nicht wird entbehren können.

Eine ausgiebigere Verwendung der Infanterie kann aber nur

Digitized by Google

hinter Deckungen geschehen, aus denen dieselbe durch Geschützfeuer so leicht nicht delogirt werden kann — und dies ist die Kontre-Parallele. Verbinde ich die Kehlen der Forts durch einen gedeckten Weg, welcher solche Profilverhältnisse hat, daß er später dem Angreifer keine Deckung gewährt, also glacisförmig, womöglich schon im Frieden angelegt, und gebe ich dieser Kontre-Parallele einige Stützpunkte, so wird die Infanterie in derselben ein ganz wesentliches Hülfsmittel zur Vertheidigung, ein Schutz der in passenden Stellungen hinter ihr seitwärts des betreffenden Forts plazirten Batterien werden, und die Forts selbst bilden die Hauptstützpunkte dieser neuen Art und Weise der Vertheidigung, welche hierdurch einen mehr offensiven Charakter erhält und den Angreifer zwingen wird, mehr Infanterie als bisher zum Schutze seiner Sappenteten in Bereitschaft zu halten.

Als Stützpunkte in der Kontre-Parallele genügen eine fortlaufende Reihe von 1000 zu 1000 M. so im Glacis derselben zur Gewehrvertheidigung angelegten (gemauerten) Blockhäuser, daß sie letzteres nach beiden Seiten der Länge nach bestreichen, während sie nach vorn durch eine Erdmaske dem Feuer des Angreifers entzogen sind.

Wünschenswerth ist es, wenn hinter der Mitte dieser Kontre-Parallele ein kleineres Werk oder ein Panzerthurm derselben noch mehr Widerstand und den hier ungefähr angelegten Batterien einen größeren Schutz verliehe.

Die 2te und 3te Vertheidigungslinie: Nenne ich die Kontre-Parallele in der ersten Vertheidigungslinie „die 1ste Kontre-Parallele", die Batterien hinter derselben „die 1sten Vertheidigungs-Batterien" u. s. w., so muß die 2te Vertheidigungslinie weiter rückwärts, mindestens 15—1600 M. von der 1sten entfernt (über die Grenze des wirksamen Demontirschusses) angelegt werden und zwar in derselben Weise durch die 2te Kontre-Parallele, welche bereits mit der Anlage der 1sten Vertheidigungs-Batterien erbaut wird. Die Stützpunkte in derselben sind hölzerne Blockhäuser; als Hauptstützpunkte wäre es aber wünschenswerth, hier mindestens massive Gebäude wie Friedens-Pulvermagazine ꝛc. zu besitzen, welche so erbaut und vorbereitet sind, daß sie für diesen Fall schnell zu kleineren Werken umgeschaffen dem Zweck einer nachhaltigen Vertheidigung entsprechen. Als 3te Vertheidigungslinie wird mit der Anlage der 2ten Vertheidigungs-Batterien die 3te und

Digitized by Google

letzte Kontre-Parallele zwischen der 2ten und dem Hauptplatze vorbereitet. In Ermangelung massiver Gebäude würden als Hauptstützpunkte (Stützpunkte und Vertheidigungs-Batterien wie in der 2ten Vertheidigungslinie) provisorische Befestigungen, wie sie die Franzosen auf der Ostseite von Paris ausgeführt haben, herzustellen sein.

Die genannten Kontre-Parallelen, sowie die durch Laufgräben verbundenen Vertheidigungs-Batterien erhalten Kommunikationen nach rückwärts bis hinter die nächsten im Terrain befindlichen Deckungen, doch wird man dieselben nicht weiter als 3—400 M. hinter der Kontre-Parallele ausführen, damit dem Angreifer keine Vortheile für den weiteren Angriff daraus entsprießen können.

Die Vertheidigungs-Batterien liegen 2—300 M. hinter der zugehörenden Kontre-Parallele und müssen dem Auge des Angreifers durch natürliche oder künstliche Deckungen entzogen sein.

Was die Verwendung der gezogenen Geschützkaliber anbetrifft, so wird man:

1) sich in den Werken selbst als bestes, d. h. wirksamstes Vertheidigungs-Geschütz des kurzen 15 Cm.-Kanons vorzugsweise bedienen; dabei bleibt hier nicht ausgeschlossen die die Aufstellung einiger leichteren Kaliber zur schnelleren Bedienung gegen Truppen im Vorterrain und gegen Sappenteten.
2) in den Vertheidigungs-Batterien und rückwärtigen Feldwerken vorzugsweise den gez. 12 Cm. plaziren. Es wäre demgemäß wünschenswerth, in jeder größeren Festung eine größere Anzahl dieses Kalibers zu diesem Zwecke verwenden zu können;
3) eine ambulante Geschützreserve von 8—12 gez. 9 Cm. nicht entbehren können, welche insbesondere in der 1sten Periode des förmlichen Angriffs in den Kontre-Parallelen sehr passende Verwendung finden dürfte. Auch diese Geschütze feuern möglichst gedeckt, d. h. ohne Scharten, abgerückt von der Brustwehr. In der Nacht würde man dieselben auf Bettungen nahe an den Hauptstützpunkten aufstellen und von dort aus gegen den Angriff mit Shrapnels wirken lassen.

Cöln im April 1873.

Zimmermann,
Hauptm. u. Komp.-Chef im Westphäl. Fuß-Art.-Regt. Nr. 7.

Digitized by Google

VIII.

Die Artillerie der englischen Marine.

Nach der Revue maritime et coloniale aus dem Mechanics magazine von Delacroix.

Das in England für die neuen Geschütze großen Kalibers angewandte System von Zügen hat zu allen Zeiten von Männern eine Kritik erfahren, die zu den kompetentesten Richtern in artilleristischen Dingen gehören. Der Unfall, der sich soeben an Bord des Herkules ereignete, hat diese Angriffe erneuert und von allen Seiten erheben sich Vorstellungen gegen das, was unsere Nachbaren „blinden Eigensinn des Artillerie-Komites" nennen. Diese Situation kann nicht länger dauern, und es ist wahrscheinlich, daß dieses bedauerliche System früher oder später einem anderen Platz machen wird, das besser geeignet ist, den Anforderungen zu entsprechen, die man an die kolossalen Geschütze der Panzerschiffe mit Recht stellen kann.

Uebrigens opponirt kein wichtiger Konkurrent dem gegenwärtigen System; und das liegt ohne Zweifel daran, daß die Kritik welche einstimmig die Art der Züge im Princip verurtheilt, nicht auch dann übereinstimmt, wenn es sich darum handelt, die wahre Ursache des Uebels zu bezeichnen und eine wirksame Abhülfe dafür anzugeben. Daher kommt es, daß zufolge des bekannten Sprüchworts, von zwei Uebeln wählt man das kleinste, die gegenwärtigen Geschütze, trotz aller ihrer Fehler, noch immer ihr Uebergewicht behaupten.

Als man im Jahre 1863 vergleichende Versuche zwischen den beiden Zugsystemen, System Scott und französisches oder Woolwich anstellte, entschied sich das Artillerie-Komite zu Gunsten des Woolwich-Systems, wegen der Leichtigkeit die Ailettes anzubringen,

Digitized by Google

wegen der einfachen Form der Züge und auch in Wirklichkeit aus einer gewissen Vorliebe für zunehmenden Drall an Stelle des gleichförmigen.

Obgleich die mit diesem Geschütz auf vielen Schießplätzen erhaltenen Resultate nicht mit den Behauptungen des Komité in Uebereinstimmung zu bringen waren, blieben diese doch in den Schlußfolgerungen seines Berichts. Die Sache endete im Jahre 1865 damit, daß das Komité trotz der Opposition, welche es von Seiten der Admiralität traf, auf seiner Meinung bestand; das System der französischen Züge wurde für die schweren Kaliber angenommen und man hat es auch in der Folge angewendet.

Die Anwendung des Panzers bei den Kriegsschiffen und die stetige Vermehrung seiner Stärke, haben eine entsprechende Entwicklung der Artillerie zur Folge gehabt. Es wurde dann eine Art gelehrter Streit unter den Angriffsmitteln veranlaßt, indem sich letztere bemühten, immer ihre entscheidende Wirkung zu behalten. So wurde in England nach und nach das Kaliber von 7 Zoll (0 M. 175 Mm.) auf 9—10—11 und endlich selbst auf 12 Zoll (0 M 30 Cm.) vergrößert. Der Typus für das letztere Kaliber ist das „Kind von Woolwich." In den Kanonen wechselt die Zahl der nach französischem System gezogenen Züge zwischen 6 bis 10, und das Stahlrohr, das die Seele bildet, ist aus Gußstahl.

Uns liegen einige von den Versuchen vor, die mit diesen verschiedenen Geschützen angestellt wurden; und man muß gestehen, daß sie durchaus nicht günstig für die Art der angewendeten Konstruktion ausgefallen sind. Man fand, daß nach einer sehr beschränkten Anzahl Schuß die Züge sehr stark von den Gasen und den Geschossen verletzt waren. Dies würde beweisen, daß das System der Züge diesen Beschädigungen nicht fremd ist, da alle Beschädigungen immer an derselben Stelle hervorgebracht sind. Im Jahr 1870 sprang zu Schoeburyneß ein 7zölliges Kanon beim ersten Schuß in 76 Stücke, und man glaubt mit Recht, daß dieser Unfall dadurch verursacht wurde, daß das Geschoß in Folge der Anschläge in der Seele festgekeilt wurde.

Nach den bekannten Sätzen der Mechanik ist es in Wirklichkeit unmöglich, daß nicht ein Geschoß mit Ailettes in der Seele eines nach der Woolwich-Methode gezogenen Geschützes Stöße erhielte. Um das Geschoß bis in den Ladungsraum zu bringen, ist ist es durchaus nöthig, einen gewissen Spielraum zu haben; wenn

Digitized by Google

in Folge deſſen das Geſchoß mit zwei ſeiner Ailettes auf dem unterſten Zuge ruht, ſtimmt ſeine Achſe nicht mit der des Rohres überein. Ein Theil der Pulvergaſe, die um das Geſchoß herum entweichen, übt von oben nach unten einen Druck auf den Bodentheil deſſelben. Daraus folgt, daß die Spitze ſich hebt, und dieſe Schwingungsbewegung iſt durch die Eindrücke in den Zügen bewieſen, die der Lage der oberen Ailettes an der Spitze und der unteren am Boden entſprechen.

Die Stöße, die eine Folge dieſes Schwankens des Geſchoſſes in der Seele ſind, können zu ſchweren Unfällen führen, auch zur Beſchädigung des Zünders und in Folge deſſen zur Exploſion der Granate im Rohr. In jedem Falle vermindern ſie erwieſener Maaßen die Anfangsgeſchwindigkeit und der Schuß verliert ſehr an Genauigkeit und Wirkung durch die unregelmäßige Bewegung des Geſchoſſes in der Luft.

Es erſcheint als gewiß, daß man mit Ailettes keine genügende Centrirung des Geſchoſſes erreichen kann; obendrein ſchwächt man die Geſchoßwände. Dies wird durch die bei Schoeburyneß und anderswo angeſtellten Verſuche bewieſen, bei denen eine gute Anzahl Granaten in der Ailetteslinie geſprungen gefunden wurden.

Die Geſchoſſe, die in Wirklichkeit aus den großen Kalibern verwendet werden, nehmen in Folge ihrer Länge in der Luft leicht eine zur Geſchoßbahn ſenkrechte Drehungsachſe an. Um die Spitze vorn zu erhalten, müßte man ihre Rotationsgeſchwindigkeit vermehren und das kann nur durch größeren Drall der Züge geſchehen. Man hat verſucht, welches Reſultat man erhielte, wenn man den Drall z. B. auf 25 Kaliber brächte. Aber man fand, daß wenn man dem Geſchoß eine ſo große Rotationsgeſchwindigkeit geben wollte, die Ailettes nicht Widerſtend genug böten. Bei Gelegenheit dieſer Verſuche ſchrieb der Oberintendant der Königlichen Geſchützgießereien an den General-Direktor der Artillerie: „daß es beklagenswerth ſei, daß er wegen der Ailetttes auf die Verbeſſerung, die er bei den ſchweren Kalibern hätte anwenden wollen, verzichten müſſe.“

Nach den Verſuchen ſchien das Scott'ſche Geſchoß vor dem Woolwich-Geſchoß einen bemerkenswerthen Vorzug zu haben. Seine Centrirung iſt vollkommener, ſeine Anfangsgeſchwindigkeit größer, ſeine Bewegung in der Luft regelmäßiger und die Genauigkeit des Schießens ſowie ſeine Tragweite iſt vermehrt. Bei den

Digitized by Google

Versuchen, die im Jahre 1863 mit dem 7zölligen (0 M. 175 Mm. Scott-Kanon angestellt wurden, zeigte es nach 417 Schuß noch keinerlei Beschädigungen in den Zügen. Die Admiralität ließ es an Bord des Excellent bringen, um es neuen Versuchen zu unterwerfen, nachdem das Artillerie-Komité es auf ein Kaliber von 8½ Zoll hatte nachbohren lassen, was es für jede Art von Dienst ungeeignet machte. Seit diesem Zeitpunkt kam es nicht mehr in Frage.

Gleichwohl scheint man zu diesem System zurückkehren zu wollen, denn man stellt im Augenblick im Museum von South-Kensington das Model eines 400pfdgen Geschosses für die schweren Geschütze aus. Die Ailettes sind als eiserne Längsrippen angebracht, die jede Anstrengung durch die Rotation ertragen. Diese Rippen bewegen sich in 4 Zügen, die um die Hälfte weniger tief sind, als die Woolwich-Züge.

Wir sagten weiter oben, daß das Kaliber der Geschütze hätte vermehrt werden müssen, um im Verhältniß zu der stets wachsenden Stärke der Panzerplatten zu bleiben. Das 12zöllige Kanon (0 M. 30 Cm.) ist das Letzte, das man in England konstruirt hat. Es trug bei seinem Auftreten den Namen Woolwich-Infant, was heute die Geschütze dieser Gattung charakterisirt.

Diese ungeheure Kriegsmaschine wiegt 35 Tonnen und schleudert mit der Kraft einer ungefähr ⅙ Geschoß schweren Ladung ein Geschoß von 600—700 Pfund. Es wurden damit zum ersten Male im Laufe des Jahres 1871 bei Woolwich Versuche angestellt. Nach 68 Schuß war das Stahlrohr und der untere Zug sehr beschädigt; so sehr, daß man die Versuche einstellen mußte. Es läßt also dieses Geschütz viel zu wünschen übrig.

Indessen konstruirte man 9 andere Geschütze derselben Art, und eines derselben wurde soeben auf Befehl der Admiralität nach Schoeburyneß geschickt, damit dort Versuche mit ihm angestellt würden. Das Geschütz wird in eine eiserne Laffete System Scott, gelegt und mit Geschossen System Palliser ausgerüstet werden.

Werden diese Versuche glücklicher, wie die vorhergehenden sein? Man muß es hoffen; aber es ist erlaubt, daran zu zweifeln, obendrein wenn man sieht, daß das Artillerie-Komité beschlossen hat, daß das 12zöllige Geschütz keinen Dauerversuchen unterworfen wird. Das würde auf den Beweis hinauslaufen, daß man diesen für so

Digitized by Google

vollkommen gehaltenen Kriegsmaschinen kein unbegrenztes Vertrauen schenken darf.

Dann aber kann man sich fragen, welche Dienste ein solches Geschütz am Bord eines Schiffes leisten wird, besonders bei einem ernsthaften Kampf oder wenn es schnell eine große Anzahl Schuß abgeben soll. Um in der Wirklichkeit eine so schwere Artillerie anwenden zu können, ist es durchaus nothwendig, daß man genau weiß, was man von ihr erwarten kann. Man würde ohne Zweifel zu diesem Resultat gelangen, wenn man an Bord irgend eines Schiffes sich genau darüber Rechenschaft gäbe, welche einzelnen Umstände alle den Gebrauch und das Schießen bei den Uebungen beeinflussen.

Es ist Sache der Marine-Offiziere, die dazu berufen sind, Tag für Tag durch Versuche jeder Art an den Waffen, die man ihnen giebt, die vorausgesetzten Eigenschaften zu prüfen; ihnen kommt es mehr als allen Anderen zu, zu entscheiden, ob dies oder jenes System den Vorzug verdient. Wird wohl ein Artillerie-Offizier, der ein Geschütz nach den besten Grundsätzen und Berechnungen konstruirt, jemals Gelegenheit haben, an Bord eines Schiffes die Eigenschaften einer so furchtbaren Waffe untersuchen zu können? Sicherlich nein, und es ist Schade, daß, wie es der Kommandant Dawson in einer Konferenz zu Portsmouth bemerklich macht, auch in dem Komité der Marine-Artillerie ein gleich schwacher Punkt in dem Fehlen von See-Offizieren anzutreffen ist.

a. S. I.

Digitized by Google

IX.

Von den treibenden Kräften.

In dem ersten Abschnitt der Ballistik war die Flugbahn der Geschosse an und für sich bestimmt worden durch die Anfangsgeschwindigkeit derselben, die Richtung dieser, den Abgangswinkel wie durch den Einfluß des Luftwiderstandes, wobei auch dessen Modification in Betracht gezogen wurde, wenn das Geschoß in einem bestimmten Sinne rotirte und die Ermittelung dieser Elemente gezeigt.

Insbesondere haben wir ferner die Mittel angedeutet, bei bereits erzeugten Flugbahnen die Einfallswinkel der Geschosse, ihre Endgeschwindigkeit, die von ihnen bestrichenen Räume und endlich die Wahrscheinlichkeit des Treffens gegen gegebene Ziele bei systematisch gelagerten Treffergruppen zu finden. Diese letzteren, für die Artilleriepraxis unmittelbar und daher besonders wichtigen Resultate zeigten sich dabei von den vorgenannten Elementen abhängig, und auf eine Regelung dieser, d. h. willkürliche Bestimmung oder wenigstens Einschließung in möglichst enge Grenzen kommt es weiter an, damit Einfallswinkel, Endgeschwindigkeit, bestrichene Räume und dadurch die Wahrscheinlichkeit des Treffens für die einzelnen vorkommenden Fälle in passender Größe und für jeden besondern Fall Schuß um Schuß jedes dieser Elemente für sich möglichst gleich ausfalle. Irgend ein bestimmtes Geschoß, vorausgesetzt war es namentlich die Anfangsgeschwindigkeit, von deren Größe der Luftwiderstand, die Endgeschwindigkeit, wie zum Theil der Einfallswinkel und die bestrichenen Räume abhingen; durch deren Gleichmäßigkeit hingegen, unter sonst denselben Verhältnissen im Uebrigen, die Wahrscheinlichkeit des Treffens bedingt wurde. Es liegt sonach die Frage vor, auf welche Weise den Geschossen Anfangsgeschwindigkeiten ertheilt werden könnnen, welche diesen Anforderungen entsprechen, und sie führt auf die

Digitized by Google

Betrachtung derjenigen Kräfte, welche jene erzeugen, und die in der Einleitung schon mit dem Namen der treibenden Kräfte bezeichnet worden sind.

Ohne auf die Mittel rücksichtigen zu wollen, deren man sich in früherer Zeit zum Fortschleudern von Projektilen bediente und die man jetzt lange bei Seite gelegt, deren Betrachtung daher vornehmlich nur noch in ein historisches Werk gehört, gehen wir gleich zu den in neuerer Zeit versuchten über, von denen eins bis jetzt ausschließlich in Gebrauch, die Benutzung der anderen zum selben Zwecke aber angestrebt worden ist. Von diesen haben wir drei Klassen:

das Schießpulver in seinen verschiedenen Zusammensetzungen,
die Schießbaumwolle (Schießwolle ꝛc.) und
den Dampf.

Alle drei haben das Gemeinsame, daß sie durch die Expansivkraft einer elastischen Flüssigkeit wirksam werden und unterscheiden sich daher hauptsächlich durch die Größe der von ihnen hervorgebrachten Wirkung und die Entwickelungsweise ihrer Kraftäußerung während der Zeit, daß sie thätig sind. Die beiden ersteren, Schießpulver und Schießbaumwolle ꝛc., zeigen wieder das Gemeinschaftliche, daß die elastische Flüssigkeit sich erst in dem Moment, in welchem die Wirkung beabsichtigt wird, aus einem bis dahin starren Körper entwickelt, wogegen der Dampf schon vorher als solcher, also fertig vorhanden sein muß und im geeigneten Augenblicke nur mit dem Gegenstand in Berührung tritt, den er fortschleudern soll, in Folge dessen auch der Hergang bei der Wirkungsweise des Dampfes von dem, wie derselbe bei den ersteren Mitteln stattfindet, wesentlich verschieden ist. Der Reihe nach sollen nun zunächst diese drei Kategorien der treibenden Kräfte besonders betrachtet werden.

Das Schießpulver.

Schon seit Bekanntwerden des Schießpulvers bei den Europäischen Nationen hat man dasselbe aus Salpeter, Schwefel und Kohle zusammengemengt, und zwar bald auch nahezu in demjenigen Verhältniß der einzelnen Gemengtheile, welches heutzutage im Allgemeinen beobachtet wird, da es mit dem einen der zwei, später

Digitized by Google

rein theoretisch festgestellten Mengungsverhältnisse merkwürdig übereinstimmt. — Es ist dies einer von den glücklichen Griffen, wie sie der gesunde Menschenverstand öfter thut, ohne sich des wahren Grundes dafür bewußt zu werden, obwohl er denselben zuweilen ahnen mag. So fertigte man z. B. schon lange Gewehre mit schraubenförmigen Zügen, ehe wissenschaftlich der hierdurch geregelte Luftwiderstand, den aus solchen Vorrichtungen abgeschossene Projektile erleiden, einer besonderen Betrachtung unterworfen wurde; und der uns erst in neuerer Zeit von den Südseeinsulanern überkommene Bumrang, ein Wurfinstrument aus gebogenem Holz, das bekanntlich, wenn es sein Ziel verfehlt hat, zu seinem Eigenthümer zurückkehrt, ist wohl mit das Merkwürdigste, was in dieser Beziehung geleistet worden, da wir gebildeten Europäer mit aller unserer Wissenschaft wahrscheinlich noch lange Zeit hindurch nicht im Stande sein werden, die Flugbahn dieses interessanten Projektils auch nur annähernd zu bestimmen. So ließen sich noch manche, hierher einschlagende, bemerkenswerthe Daten anführen, wozu indessen hier nicht der Ort ist, und wir kehren daher zu dem uns vorliegenden Gegenstande zurück.

Der zur Fabrikation des Schießpulvers gegenwärtig gebrauchte Salpeter ist vorherrschend, ja fast allgemein, der sogenannte Kalisalpeter, obwohl man zur Erreichung der explodirenden Wirkung denselben auch durch andere salpetersaure Salze ersetzen könnte. Manche dieser letzteren würden sogar eine weit größere Wirkung gleicher Gewichtsmengen Pulvers ergeben als der Kalisalpeter z. B. das salpetersaure Ammoniak, da man dieses statt jenes angewendet ein Pulver erhielte, das gar keinen Rückstand hinterläßt, indem es sich bei der Verbrennung, theoretisch wenigstens, vollständig in Gasform auflösen müßte (oder unter günstigen Umständen doch jedenfalls könnte). Aber dieses Salz ist, wie es auch die übrigen salpetersauren sind, in hohem Grade hygroskopisch, weshalb die aus ihnen hergestellten Pulversorten bei längerer Aufbewahrung bald durch Anziehung von Feuchtigkeit verderben und so eine Hauptanforderung, welche an ein brauchbares Kriegspulver gestellt werden muß, Dauerhaftigkeit während der Aufbewahrung, nicht entsprechen. Aus diesem Grunde bedient man sich auch nur im Nothfall des sehr billigen und im Handel leicht zu habenden Natronsalpeters, und wir werden daher vorläufig immer nur den Kalisalpeter im Auge behalten.

Digitized by Google

Aus dem bisher Gesagten haben sich zugleich die Hauptanforderungen ergeben, welche nicht nur an ein brauchbares Kriegspulver, sondern überhaupt an jede von der Artillerie zu verwendende „treibende Kraft" zu machen sind, nämlich:

Hinreichende Größe der Kraftäußerung,
Gleichmäßigkeit derselben,
Dauerhaftigkeit während der Aufbewahrung und des Transports.

Wir bemerken hierbei, daß wir hier unter Dauerhaftigkeit diejenige Eigenschaft eines Körpers verstehen, vermöge deren er seine wesentlichen Eigenschaften gar nicht, oder doch nur in solchen Grenzen verändert, daß er zu dem beabsichtigten Gebrauche immer noch als vollkommen tauglich erscheint.

In Betreff des Schießpulvers, welches uns hier zunächst beschäftigt, wird jede dieser Anforderungen durch

die zu seiner Herstellung gewählten Materialien;
das Verhältniß in welchem man dieselben zusammenzusetzen hat, und endlich
durch die Art und Weise der Verarbeitung dieser Materialien zum fertigen Pulver, d. i. die Fabrikationsmethode,

bedingt. Die mehr oder minder zutreffende Wahl hinsichts der drei letztgenannten Richtungen ist somit für die Güte des Schießpulvers in seiner Gesammtheit entscheidend, und die wissenschaftliche Diskussion über dasselbe wird sonach mit der jener drei Fragen zusammenfallen. Da wir uns aber hier, um alle unnützen Weitläufigkeiten und fruchtlosen Spekulationen zu vermeiden, über die erste Frage, die anzuwendenden Materialien, schon vorläufig entschieden haben, indem wir die durch lange Erfahrung erprobten, und deshalb bis jetzt allgemein benutzten angenommen, so gehen wir nun gleich zu der Erörterung der zweiten, dem zweckmäßigen Mengungsverhältniß dieser Materialien über.

Zusammensetzung des Schießpulvers.

1. Vorstehend ist bereits bemerkt, daß das Verhältniß, in welchem sich Salpeter, Kohle und Schwefel ihren Gewichtsantheilen nach im Schießpulver befinden, sowohl auf die Größe und Gleichmäßigkeit der Kraftäußerung desselben, als auch dessen Dauerhaf-

Digitized by Google

tigkeit influiren. Die Größe der Kraftäußerung erscheint unmittelbar von dem Mengungsverhältnisse abhängig, als durch dieses der bei Entzündung des Pulvers eintretende Zersetzungsprozeß vornehmlich bedingt wird, indem ein Hauptfaktor, die erzeugte Gasmenge, fast lediglich eine Funktion jenes Mengungsverhältnisses ist. Die verschiedenen Eigenschaften des Salpeters, der Kohle und Schwefels sprechen sich aber auch zugleich mehr oder weniger in dem fertigen Pulver aus, je nachdem der eine oder andere Bestandtheil in größerer oder geringerer relativer Menge in jenem vorhanden ist. So wird ein Pulver, welches verhältnißmäßig mehr Kohle, als ein anderes enthält, wegen der hygroskopischen Eigenschaft dieses Körpers, mehr zur Feuchtigkeitsanziehung, und wegen der Lockerheit desselben mehr zur Staubabsonderung geneigt sein, und diese beiden Eigenschaften des Schießpulvers wirken nachtheilig auf Gleichmäßigkeit der Wirkung und Dauerhaftigkeit desselben ein. Abgesehen also davon, daß ein gewisses Quantum Schwefel schon zur vollständigen Zersetzung des Salpeters nothwendig ist, indem die Kohle allein diese nicht bewirken kann, erheischt die nothwendige Festigkeit der Pulverkörner vielleicht noch einen Mehrbedarf über jenes nothwendige Quantum hinaus. Aber auch hier giebt es wieder eine Grenze, sowohl in Bezug auf Gleichmäßigkeit der Wirkung wie der Dauer eines solchen Pulvers, indem ein relativ zu großer Schwefelgehalt desselben, bei starker Hitze ein Weichwerden des Schwefels und dadurch ein Zusammenballen der einzelnen Körner zu Klumpen bewirken kann, wodurch abermals Dauer und Gleichmäßigkeit der Wirkung gefährdet werden. Ein brauchbares Kriegspulver muß aber nothwendigerweise seine wesentlichen Eigenschaften unter allen den Verhältnissen in genügendem Grade bewahren, unter denen es im Kriege zur Anwendung kommen kann, und diese gebieterische Rücksicht scheint zu erheischen, daß womöglich schon die Art seiner Zusammensetzung dergestalt bestimmt werde, daß sie allen diesen besonderen Verhältnissen nach Möglichkeit genügt. Diese letzteren aber, wie wir soeben an ein paar einfachen Beispielen gesehen haben, verlangen, was hier z. B. namentlich den Kohlen- und Schwefelgehalt anbelangt, theilweis Entgegengesetztes und die richtige Abwägung dieser beiden Bestandtheile in Bezug auf die angedeuteten besonderen Verhältnisse ist nur durch Erfahrung zu bestimmen, die wieder ein schon fertiges Pulver nothwendigerweise voraussetzt. Dazu kommt noch, daß auch die

Digitized by Google

Fabrikationsmethode, man braucht nur an größere oder geringere Verdichtung des Pulversatzes zu denken, sich ebenfalls hierbei bemerklich macht, also auch in den Bereich der Diskussion gezogen werden müßte, um die Frage der zweckmäßigsten Zusammensetzung des Schießpulvers in ihrem Gesammtbetracht endgültig zu entscheiden. Wenn man aber auch die Möglichkeit einer solchen Entscheidung von vornherein als selbstverständlich annehmen wollte, so geht denn aus dem Gesagten wohl mit genügender Klarheit hervor, daß man auf diesem Wege sich in ein Labyrinth von einander widersprechenden Schlüssen und Folgerungen begeben würde, aus dem kein Entrinnen möglich, geschweige zu erwarten wäre, daß irgend ein vernünftiges Resultat schließlich ans Tageslicht träte. Zugleich aber folgt mit gleicher Evidenz, daß es keinen andern Weg giebt, diejenige Zusammensetzung des Kriegspulvers, welche allen nothwendigen Anforderungen am besten genügt, zu erhalten, als daß irgend ein Pulver mit einer gewissen Zusammensetzung hergestellt, und letztere den damit gemachten Erfahrungen gemäß, so lange geändert werde, bis dieselbe im Einklange mit der Fabrikationsmethode das gewünschte Kriegspulver liefert. Dieses Ausgangspulver, wie man es nennen kann, wird man natürlich von vornherein so herzustellen suchen, daß es wahrscheinlicherweise schon möglichst vielen von den Anforderungen entspricht, welche das schließlich zu konstruirende Gebrauchspulver besitzen soll. In unmittelbarer und einigermaßen zu durchschauenden Abhängigkeit von dem Mengungsverhältniß der Bestandtheile des Schießpulvers steht aber nur die Kraftäußerung desselben, wie wir bereits gesehen haben, und man kann daher von vornherein auch nur auf eine solche Zusammensetzung des Schießpulvers hinarbeiten, welche die erste und allerdings auch hauptsächlichste der oben erwähnten Anforderungen, die an ein brauchbares Kriegspulver zu stellen sind, „die genügende Kraftäußerung", am meisten zu erfüllen verspricht. Da aber die Grenze bis zu welcher eine „genügende" Kraftäußerung geht, sich nicht bestimmt angeben läßt, wovon noch später die Rede sein wird; die Fabrikation aber ebenfalls auf die Größe der Kraftäußerung des Schießpulvers einwirkt, so kann man nur dadurch sich den nothwendigen nächsten Zielpunkt verschaffen, daß man ein Mengungsverhältniß der Pulverbestandtheile sucht, von welchem sich die „größte mögliche Kraftäußerung"

Digitized by Google

wahrscheinlicher Weise erwarten läßt, und diesem Ziele soll nun näher geschritten werden.

2. Die Wirkung des Schießpulvers entsteht bekanntlich daraus, daß es entzündet, sich sehr schnell zersetzt, indem der Salpeter den in ihm enthaltenen Sauerstoff an die Kohle abgiebt, dieser mit derselben ein Gas bildet, worauf der Stickstoff des Salpeters frei wird, und Schwefel mit Kalium verbunden, als fester Körper zurückbleibt. So wenigstens wird theoretisch der Hergang der Verbrennung beabsichtigt und findet im Großen und Ganzen auch in ähnlicher Weise unter gewöhnlichen Umständen statt, wenn auch in quantitativer Beziehung ein erheblicher Unterschied namentlich in Bezug auf die erzeugte Gasmenge und den festen Rückstand stattfindet. Das günstigste Mengungsverhältniß wird nun dasjenige sein, welches der obigen Anforderung möglichst größter Kraftentwicklung gemäß, ein Pulver liefert, das bei seiner Verbrennung die größte Expansivkraft der freigewordenen Gase zeigt. Diese letztere aber hängt wieder ab von dem Quantum der entwickelten Gase und der dabei erzeugten Temperatur. Was den ersten Faktor, die Gasmenge anbelangt, so kann die Chemie zunächst nur dasjenige Verhältniß der einzelnen Bestandtheile Salpeter, Kohle und Schwefel empfehlen, welches die Möglichkeit bietet, daß bei der Verbrennung alles dasjenige Gasgestalt annimmt, was sie unter günstigen Umständen hier überhaupt annehmen kann. Solcher Verhältnisse aber giebt es zwei; man kann nämlich durch Verbindung des aus dem Salpeter frei werdenden Sauerstoffs mit der Kohle entweder Kohlenoxydgas oder Kohlensäure erzeugen wollen; in beiden Fällen bleibt nur Schwefelkalium als fester Rückstand übrig, und es ist daher weiter zu untersuchen, ob eines dieser Verhältnisse den Vorzug vor dem andern verdient.

Ein Atom Salpeter enthält 1 Atom Salpetersäure und 1 Atom Kali; letzteres wieder 1 Atom Kalium und 1 Atom Sauerstoff die Salpetersäure 1 Atom Stickstoff und 5 Atome Sauerstoff. Kohlenoxydgas besteht aus 1 Atom Kohle und 1 Atom Sauerstoff; Kohlensäure aus 1 Atom Kohle und 2 Atome Sauerstoff. Beabsichtigt man also die Bildung von Kohlenoxydgas, so muß man auf jedes Atom Salpeter, welches 6 Atome Sauerstoff enthält, 6 Atome Kohle nehmen; soll dagegen Kohlensäure erzeugt werden, nur 3. Zu jeder dieser beiden Sorten tritt denn noch 1 Atom Schwefel, da dieses mit dem 1 Atom Kalium des Sal-

Digitized by Google

peters Schwefelkalium giebt. Drückt man die Zusammensetzung dieser beiden so erhaltenen Pulversorten und ihre Verbrennungsprodukte durch die gewöhnlichen chemischen Zeichen aus, so erhält man folgende übersichtliche Darstellung:

I. $\underbrace{KO + NO^5}_{\text{Salpeter}} + \underbrace{6\,C}_{\text{Kohle}} + \underbrace{S}_{\text{Schwefel}}$

II. $\underbrace{KO + NO^5}_{\text{Salpeter}} + \underbrace{3\,C}_{\text{Kohle}} + \underbrace{S}_{\text{Schwefel}}$

für die Zusammensetzung und für die Verbrennungsprodukte nachstehende:

I. $KO + NO^5 + 6\,C + S$

$N + 6\,(CO) \qquad KS$

Stickstoff Kohlenoxyd — Schwefelkalium

$\underbrace{\text{Gase}} \qquad \underbrace{\text{Rückstand}}$

II. $KO + NO^5 + 3\,C + S$

$N + 3\,(CO^2) \qquad KS$

Stickstoff Kohlensäure

$\underbrace{\text{Gase}} \qquad \underbrace{\text{Rückstand}}$

Die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile des Schießpulvers ergeben sich nun auf folgende Weise. Setzt man das Aequivalentgewicht des Wasserstoffs = 1, so sind die Aequivalentgewichte der hier in Betracht kommenden einfachen Körper nach den neuesten Bestimmungen diese:

Stickstoff = 14,00
Kalium = 39,11
Kohlenstoff = 6,00

Digitized by Google

Schwefel = 16,00
Sauerstoff = 8,00

und man hat hiernach für die Pulversorte I:

1 Aequivalent	Salpeter	=	101,11
6 "	Kohle	=	36,00
1 "	Schwefel	=	16,00
1 Aequivalent des Schießpulvers		=	153,11

woraus die Gewichtsmengen in 100 Theilen Schießpulver sich ergeben:

Salpeter = 66,037
Kohle = 23,513
Schwefel = 10,450
100,000

und die Verbrennungsprodukte

Stickstoff	= 9,144	
Kohlenoxydgas	= 54,862	
	64,006	Gewichtstheile Gase
Schwefelkalium	= 35,993	
	100,000	. . . . . Rückstand.

Für die Pulversorte II erhält man dagegen:

1 Aequivalent	Salpeter	=	101,11
3 "	Kohle	=	18,00
1 "	Schwefel	=	16,00
1 Aequivalent des Schießpulvers		=	135,11

oder nach Gewichtsprozenten:

Salpeter = 74,835
Kohle = 13,323
Schwefel = 11,842
100,000

und für die Verbrennungsprodukte dieser Sorte, ebenfalls nach Gewichtsprozenten:

Stickstoff	= 10,362	
Kohlensäure	= 48,849	
	59,211	Gewichtstheile Gase
Schwefelkalium	= 40,789	" . Rückstand.
	100,000	

Digitized by Google

Es giebt daher die Zusammensetzung des Pulvers I mit 6 Theilen Kohle auf 1 Theil Salpeter, gegen die von II mit 3 Theilen Kohle auf 1 Theil Salpeter fast 8½ Gewichtsprozent an Gasen mehr bei der Zersetzung. Wie jedoch schon oben bemerkt, interessirt dies Verhältniß nicht allein, sondern nur insofern es auf die Expansivkraft der entwickelten Gase einwirkt, und diese letztere ist außerdem noch abhängig von der bei der Entwickelung der Gase hervorgebrachten Temperatur.

Alle Gase erleiden nämlich unter konstantem Druck bei Aenderung ihrer Temperatur eine Volumensveränderung, welche dem ursprünglichen Volumen des Gases proportional ist, und zwar ist der Ausdehnungskoeffizient nach neueren Untersuchungen von Regnault u. A. für alle als gleich anzunehmen: 0,003665 für 1° C. oder 0,0046 für 1° R. Setzt man also das Volumen der atmosphärischen Luft bei 0° C = 1, so ist dasselbe bei der Temperatur t

$$= 1 + \alpha t$$

wenn α den Ausdehnungskoeffizienten bezeichnet. Die spezifische Expansivkraft eines Gases ist die Zahl, welche angiebt, wie sich der Druck desselben bei derselben Dichte und Temperatur zu dem der atmosphärischen Luft verhält, wenn letztere = 1 gesetzt wird. Sind daher e' und e'' die spezifischen Expansivkräfte zweier Gase, d' und d'' ihre Dichtigkeiten, so verhalten sich die absoluten Expansivkräfte derselben ε' und ε'' (d. i. die Drucke, die sie ausüben), welche den Temperaturen t' und t'' zugehören, wie

$$\varepsilon' : \varepsilon'' = d' e' (1 + \alpha t') : d'' e'' (1 + \alpha t'') \ldots (1)$$

Für die hier interessirenden Körper ist durch sorgfältige Versuche ermittelt:

	d	e
Stickstoff	0,9760	1,0246
Kohlensäure	1,5201	0,6562
Kohlenoxydgas . . .	0,9727	1,0281

Hinsichtlich der bei der Verbrennung von Körpern erzeugten Wärmemengen weichen die Angaben namhafter Gelehrten mitunter ziemlich bedeutend von einander ab, jedenfalls kann man aber dieselben mit hinreichender Sicherheit als Verhältnißzahlen benutzen, was für vorliegenden Zweck vollkommen genügt. So hat Baum-

Digitized by Google

gärtner*) über die bei Verbrennung von Kohle und Kohlenoxydgas hervorgebrachte Wärme folgende Angaben:

1 Pfd. Holzkohle erwärmt 75 Pfd. Wasser von 1 bis 100° C.
1 Pfd. Kohlenoxydgas erwärmt 18,57 Pfd. Wasser von 1 bis 100° C.,

wobei Kohlenoxydgas als solches zu Kohlensäure verbrannt ist.

Nach Dalton und Rumford**) entwickelt beim Verbrennen Holzkohle 7300° C., wobei 2,655 Th. Sauerstoff verbraucht werden.

Kohlenoxydgas 1857° C., wobei 0,572 Th. Sauerstoff verbraucht werden.

Auch hier sind natürlich gleiche Quanta der beregten Körper zu Grunde gelegt, und beide ebenfalls zu Kohlensäure verbrannt worden, denn bezeichnet man das fragliche Quantum Holzkohlen durch x, das des Kohlenoxydgases durch y und nimmt die verbrauchten Sauerstoffmengen in solchem Verhältniß an, daß in beiden Fällen Kohlensäure entsteht, so liefern die sich mit Hilfe der oben mitgetheilten Aequivalentgewichte ergebenden Gleichungen:

$$22 : x + 2{,}655 = 16 : 2{,}655$$

und

$$14 : 22 = y : y + 0{,}572$$

$$x = 0{,}996$$

$$y = 0{,}1001$$

also gleich. Beide obigen Angaben stimmen auch sehr überein.

Berechnet man nun unter Zugrundelegung der letztangeführten Zahlen zunächst die Temperatur, welche entsteht, wenn Kohle zu Kohlenoxydgas verbrennt, so ergiebt sich Folgendes:

Ein Theil CO (Kohlenoxydgas) enthält 0,43 Gewichtstheile C und 0,67 Gewichtstheile O; ein Theil zu CO^2 (Kohlensäure) verbrannt liefert nach Vorstehendem 1857° Wärme, also 1 Theil Kohle als Kohlenoxydgas zu Kohlensäure verbrannt

$$\frac{1857}{0{,}43} = 4319°$$

wonach die Temperatur 1 Theil C zu CO verbrennt, wie dies bei der Pulversorte I der Fall ist, sich zu

$$7300° - 4319° = 2981°$$

---

*) Naturlehre von Dr. Andreas Baumgartner S. 745.

**) Gehlers physik. Wörterbuch X. Band S. 327.

Digitized by Google

herausstellt, und die bei der Zersetzung der Pulvermengungen I und II entwickelten Wärmemengen ergeben sich demnach folgendermaßen.

Da verschiedene Körper zur Erlangung derselben Temperatur verschiedener Wärmemengen bedürfen, so hat man bekanntlich den Begriff der spezifischen Wärme oder Wärmekapazität eingeführt, unter welcher man die Zahl versteht, welche angiebt, wie groß die Wärmemenge ist, die erfordert wird, die Wassereinheit eines Körpers um 1° C. zu erhöhen, wenn die spezifische Wärme des Wassers = 1 gesetzt wird. Diese spezifische Wärme ist im Allgemeinen wenigstens und vorzugsweise bei den Gasarten und Dämpfen abhängig davon, ob die Verbrennung unter konstantem Druck stattfindet, in welchem Falle sich also die Gase nicht ausdehnen können, oder wenn deren freier Ausdehnung kein Hinderniß im Wege steht. In den Geschützen für welche die Expansion am meisten interessirt, da sie hier ganz besonders einer Regelung bedarf, beginnt mit der Verbrennung des Pulvers auch sogleich die Ausdehnung der entwickelten Gase, weshalb wir hier zur vorläufigen Ermittelung der dabei erzeugten freien Wärme die Angaben der spezifischen Wärme so, wie Herr Professor Bunsen dieselben in seiner meisterhaften Abhandlung über die „chemische Theorie des Schießpulvers“*) angiebt, zu Grunde legen. Danach ist

die spezifische Wärme des Kohlenoxydgases = 0,2479
der Kohlensäure = 0,2164
des Stickstoffes = 0,2440
des Schwefelkaliums = 0,1081

Nach der Verbrennung des Pulversatzes I sind nun in 100 Theilen vorhanden

54,9 Kohlenoxyd
9,1 Stickstoff
36,0 Schwefelkalium.

Es verbinden sich also hier 1 Theil Kohle und 1 1/3 Theil Sauerstoff zu 2 1/3 Gewichtstheilen Kohlenoxydgas, und auf 1 Theil Kohle oder 2 1/3 Theil Kohlenoxyd sind noch 0,387 Theile Stickstoff und 1,53 Theile Schwefelkalium nach dem angegebenen Gewichtsverhältniß dieser Körper zu rechnen, wenn man annimmt,

*) Chemische Theorie des Schießpulvers von R. Bunsen und L. Schischkoff in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Band 102 (178ster der ganzen Folge 1857).

Digitized by Google

daß die erzeugte Wärmemenge sich auf alle Zersetzungsprodukte gleichmäßig vertheilt; und die Temperatur der Pulverflamme wird sonach

$$t' = \frac{2981}{2^1/_3 \,.\, 0{,}2479 + 0{,}387 \,.\, 0{,}2440 + 1{,}53 \,.\, 0{,}1081} = 3821^\circ \text{C.}$$

Nach der Verbrennung des Satzes II. hat man in 100 Gewichtstheilen

48,8 Kohlensäure
10,4 Stickstoff
40,8 Schwefelkalium

Hier verbindet sich also 1 Theil Kohle mit $2^2/_3$ Thl. Sauerstoff zu $3^2/_3$ Thl. Kohlensäure, wozu noch 0,778 Thl. Stickstoff und 3,08 Schwefelkalium treten; wonach die Temperatur dieser Pulverflamme

$$t'' = \frac{7300}{3^2/_3 \,.\, 0{,}2164 + 0{,}778 \,.\, 0{,}2440 + 3{,}08 \,.\, 0{,}1081} = 5539$$

Mit Hilfe dieser Werthe von t' und t'' erhält man nun als Verhältniß der Expansivkräfte der Pulversorten I. und II.

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon' : \varepsilon'' = 960 : 1258 \\ \text{oder nahe} \;=\; 16 : 21 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Die Pulversorte II. ergiebt daher gegen die I. aus gleichen Gewichtsmengen fast $1^1/_3$ mal mehr Ausbeute an Expansivkraft, und nimmt man hinzu, daß ein so großer Kohlengehalt von $23^1/_2$ Procent, wie er in der ersteren Sorte sich findet, die oben erwähnten Nachtheile für das bezügliche Pulver schon in hohem Grade mit sich führt, so sind diese Gründe wohl geeignet, sich vorläufig für eine Zusammensetzung des Pulversatzes nach dem Schema:

$$1\,(\mathrm{K\,O} + \mathrm{N\,O^5}) + 3\,\mathrm{C} + 1\,\mathrm{S}$$

zu entscheiden, oder nach Gewichtsprocenten eine Mengung von

$$\left.\begin{array}{ll} 75 & \text{Theilen Salpeter} \\ 13 & \text{„ Kohle} \\ 12 & \text{„ Schwefel} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

als chemisches Normalverhältniß anzunehmen.

Digitized by Google

3. Dieſes Verhältniß der zu mengenden Beſtandtheile ſetzt aber ein Mal völlige chemiſche Reinheit derſelben voraus und außerdem eine vollſtändige nach der obigen theoretiſchen Betrachtung erfolgende Zerſetzung des Pulverſatzes, und Beides findet in Wirklichkeit nie ſtatt. Von den in Rede ſtehenden Materialien können zwar Salpeter und Schwefel als chemiſch rein angenommen werden, dagegen enthält auch die beſte Kohle noch einige feuerbeſtändige Salze, Waſſerſtoff, Sauerſtoff und kleine Mengen von Stickſtoff. Man hat daher ſchon deshalb weniger Kohlenſtoff im fertigen Pulver, als das Gewicht der zur Fabrikation angewandten Menge Kohle beträgt, und um ſo weniger, je geringer die Verkohlungsſtufe bei Darſtellung der letzteren ſelbſt war. Die Verkohlungsſtufen bezeichnet man bekanntlich in der Regel dadurch, daß angegeben wird, wieviel Procent an Kohle aus einem gewiſſen Gewicht lufttrockenen Holzes gewonnen werden, welche ſchlechte Bezeichnung ſich bis jetzt immer noch erhalten hat, und Herr Profeſſor Werther giebt für eine gute aus normal trockenem Holze erhaltene Kohle folgenden Gehalt an reinem Kohlenſtoff*):

	Kohle					
	25 pCt.	26 pCt.	27 pCt.	28 pCt.	29 pCt.	31 pCt.
Kohlenſtoff:	93,04	91,26	88,7	86,36	85,3	84,88

Die Verkohlungsſtufen, welche der zur Pulverfabrikation beſtimmten Kohle gegeben werden, ſind zum Theil ſehr verſchiedenartig in den Pulverfabriken verſchiedener Staaten, und wechſeln auch noch zum Theil je nach dem ſpeziellen Zweck, zu welchem das zu fertigende Pulver beſtimmt iſt; ſo wird namentlich zu Jagdpulver immer eine weit ſchwächere Verkohlungsſtufe angewandt, als beim Geſchützpulver, und auch die zu letzterem benutzte ſchwankt in verſchiedenen Armeen etwa zwiſchen 25 und 34 procentiger. Ueberdieß wechſelt auch der reine Kohlengehalt, wie leicht zu denken, nach der gewählten Holzart, der ſchnelleren oder langſameren Steigerung der Temperatur ꝛc. beim Verkohlungsprozeſſe ſelbſt, wie endlich auch nach Beſchaffenheit des angewandten Apparats. — Es fallen deswegen auch die Ergebniſſe verſchiedener chemiſcher Analyſen gleichprocentiger Kohlen häufig ziemlich verſchieden aus. Als einen allgemeinen Anhalt theile ich indeſſen die nachſtehenden von Violette

*) Dr. G. Werther: Die unorganiſche Chemie II. Abthl. pag. 44.

Digitized by Google

gefundenen Ergebnisse mit, wobei bemerkt wird, daß die Heizung bei der Verkohlung selbst meistentheils durch Dampf bewirkt wurde und nur für die höheren angewendeten Temperaturen in feuerfesten Tigeln und Gebläsefeuer stattfand*).

Nr.	Temperatur der Verkohlung.	Procentige Kohle	Gefundene Elementarbestandtheile in 100 Thl. Kohle. Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff Stickstoff u. Verlust.	Asche.	
1	150°	98°	47,5105	6,1200	46,2900	0,0860	
2	160	94,5	47,6055	6,0645	46,2710	0,0850	
3	170	88,6	47,7750	6,1950	45,9535	0,0980	
4	180	81,99	48,9360	5,8400	45,1230	0,1170	Alle diese Kohlen sind unvollkommen, entweder noch Holz oder unausgebrannte.
5	190	77,10	50,6145	5,1150	44,0625	0,2215	
6	200	73,14	51,8170	3,9945	43,9760	0,2265	
7	210	67,50	53,3735	4,9030	41,5380	0,2000	
8	220	55,37	54,5700	4,1505	41,3935	0,2170	
9	230	50,79	57,1465	5,5080	37,0470	0,3145	
10	240	49,67	61,3070	5,5070	32,7055	0,5150	
11	250	40,23	65,5875	4,8100	28,9670	0,6320	
12	260	37,14	67,8905	5,0380	26,4935	0,5595	
13	270	36,16	70,4535	4,6415	24,1920	0,8555	Sehr rothbraune Kohle, welche anfängt, pulverisirbar zu sein; vorzüglich zu Jagdpulver geeignet.
14	280	34,09	72,6395	4,7050	22,0957	0,5680	
15	290	33,61	72,9940	4,9810	21,9290	0,6100	
16	300	32,87	73,2360	4,2540	21,9620	0,5690	
17	310	31,77	73,6350	3,8295	21,8125	0,7440	Rothbraune Kohle in's Schwarze übergehend.
18	320	31,53	73,5735	4,8305	21,0860	0,5185	
19	330	29,66	73,5515	4,6260	21,3330	0,4765	
20	340	18,87	75,2020	4,4065	19,9620	0,4775	
21	350	18,75	76,6440	4,1360	18,4415	0,6130	Sehr schwarze Kohle, zu Militairpulver geeignet.
22	432	17	81,6435	1,9610	15,2455	1,1625	
23	1023	17	81,9745	2,2975	14,1485	1,5975	
24	1110	17	83,2925	2,7020	13,7935	1,2245	
25	1250	17	88,1385	1,4150	9,2595	1,1990	
26	1300	16	90,8110	1,5835	6,4895	1,1515	Schwarze und sehr harte Kohlen.
27	1500	16	94,5660	0,7395	3,8405	0,6640	
28	über 1500	15	96,5170	0,6215	0,9360	1,9435	

*) Theoretische und praktische analytische Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe von Dr. Scheriban Muspratt — Encyklopädie der technischen Chemie frei bearbeitet von Stohmann Bd. II. pag. 555.

Digitized by Google

Vergleicht man diese Resultate mit denen des Herrn Dr. Werther, der zu seinen Analysen in eisernen Cylinder gebrannte Kohle genommen hatte, so ergiebt sich durch die beträchtlichen Unterschiede in dem reinen Kohlenstoffgehalte gleichprocentiger Kohlen, daß die gewöhnliche Bezeichnung der Kohle durch Angabe des Gewichts derselben, die aus 100 Pfund lufttrockenem Holze gewonnen werden, eine sehr schwankende ist, was den eigentlichen Kohlenstoffgehalt anbelangt, worauf wir später noch zurückkommen werden. Nach diesen Angaben nun ergeben sich noch folgende Mengungsverhältnisse des Schießpulvers mit Rücksicht auf die Verkohlungsstufen und Art der Verkohlung:

	14,3* / 17,9	25	procentige	Kohle
	14,6* / 18,0	26	=	=
	15,0* / 18,0	27	=	=
	15,4* / 18,0	28	=	=
	15,6* / 18,1	29	=	=
	— / 18,1	30	=	=
74,8 Salpeter	15,7* / 18,1	31	=	= 11,9 Schwefel (4)
	18,2	32	=	=
	18,3	34	=	=
	18,6	35	=	=
	18,9	36	=	=

und diese Verhältnisse sind ebenfalls noch als rein theoretisch gegebene vorläufige anzusehen, insofern bei der Verbrennung eine vollständige Zersetzung nach dem oben mitgetheilten Schema vorausgesetzt wird. Die mit einem Sternchen

Digitized by Google

bezeichneten Zahlen beziehen sich auf die in Cylindern gebrannte Kohle.

4. Ob nun die Zersetzung des Schießpulvers jener theoretischen Darstellung gemäß vor sich geht, oder in welcher Weise dieselbe sonst erfolgt, kann nur durch Versuche festgestellt werden, deren Ausführung große Schwierigkeiten bietet. Erst in jüngster Zeit ist die Lösung dieser Frage auf sachgemäße, wissenschaftliche Weise versucht worden, und der berühmte Chemiker, Herr Professor Bunsen war der Erste, der sich mit diesem für die Artillerie so äußerst wichtigen Experimente beschäftigt hat. Ehe wir indessen die Hauptergebnisse desselben mittheilen und näher betrachten, mag es erlaubt sein, einige Worte über die chemische Analyse des Schießpulvers zu sagen; indem dieselbe auch in der Folge als ein wichtiges Mittel zur Beurtheilung und zum Vergleich von Pulversorten überhaupt hervortritt, und mancher Artillerieoffizier in den Fall gesetzt werden kann, solche ausführen zu müssen.

Alle chemischen Analysen des Schießpulvers zerfallen in zwei große Klassen, je nachdem alle drei Bestandtheile direkt bestimmt werden, oder nur zwei derselben. Von der direkten Bestimmung aller 3 Bestandtheile hat man schon seit längerer Zeit abgesehen, da die verschiedenen Methoden zum mindesten nicht genauere Resultate liefern, als die weiter unten angegebenen und dabei viel umständlicher sind. Herr Professor Dr. Werther hat schon 1846 alle bis dahin vorgeschlagenen und angewendeten Methoden einer gründlichen Prüfung unterworfen, ihre Mängel gezeigt und eine neue Methode angegeben, die seitdem auch fast allgemein angenommen worden ist*), und von welcher später die Rede sein wird. Wir haben es hier also nur mit Analysen zu thun, die zwei Bestandtheile des Schießpulvers direkt bestimmen und den dritten aus dem Verlust. Da bei sämmtlichen Methoden der Salpeter durch Auslaugen ermittelt wird, so unterscheiden sich die letztgenannten Methoden dadurch von einander, ob man aus dem zurückbleibenden Gemenge von Schwefel und Kohle den einen oder anderen Bestandtheil direkt bestimmt, und beide Methoden ergänzen sich daher, wenn die Analyse nach beiden gleichzeitig geführt wird, was eine Bestimmung sämmtlicher drei Bestandtheile durch eine einzige Analyse

*) Archiv für die Königlichen Preußischen Artillerie- und Ingenieur-Korps XX. Band.

Digitized by Google

um so entbehrlicher erscheinen läßt; zudem sind sie leicht und bequem auszuführen. Die Kohle bestimmt man, indem der Schwefel mittelst Schwefelkohlenstoff ausgezogen; den Schwefel, nach Dr. Werther, indem derselbe mittelst chlorsaurem Kali und Salpetersäure zu Schwefelsäure oxydirt und an Baryt gebunden wird. Das Verfahren ist im Wesentlichen Folgendes:

Nachdem man eine Quantität Pulver abgewogen, bei 100° C getrocknet und den Feuchtigkeitsgehalt bestimmt hat, bringt man dieselbe auf ein Filter und laugt den Salpeter mittelst heißen Wassers vollständig aus, dampft denselben in einer Platinschale ein und wiegt ihn. Verfährt man, wie sich bei solchen Analysen dies auch von selbst versteht, vorsichtig, so kann man sich das Zeitraubende und mit großer Vorsicht vorzunehmende Eindampfen des Salpeters ersparen, wenn das auszulaugende Pulver auf ein bei 100° C. getrocknetes und gewognes Filter gebracht wird, wo man alsdann dasselbe, nachdem der Salpeter ausgelaugt worden, mit dem Rückstande wieder bei 100° C. trocknet und Schwefel und Kohle gemeinschaftlich durch eine Wägung bestimmt; die Differenz dieses Gewichts gegen das des getrockneten Pulvers giebt dann den Salpetergehalt. Geschieht die Analyse in einem hinlänglich trockenen Raume, und wiegt man rasch, so ist kein merklicher Fehler durch etwaniges Anziehen von Feuchtigkeit durch das Schwefel- und Kohlgemenge zu besorgen und man erhält auf diesem Wege, wie ich mich selbst überzeugt habe, sehr genaue Resultate; andernfalls ist allerdings das Eindampfen und Wiegen des Salpeters selbst nicht zu umgehen. Soll nun die Kohle noch direkt bestimmt werden, so geschieht dies am bequemsten und sichersten auf die schon oben erwähnte Weise unter Anwendung von Schwefelkohlenstoff. Man schüttet zu dem Ende einen Theil des gewogenen Rückstandes in ein Hornschälchen und wiegt ihn; schüttet dann denselben auf ein getrocknetes und gewogenes Filter und wiegt die Schale mit dem daran haftenden staubartigen Schwefel und Kohlengemenge wieder zurück, worauf sich der auf den Filter gebrachte Gewichtsantheil des letzteren ergiebt. Aus diesem wird alsdann der Schwefel durch Schwefelkohlenstoff ausgezogen, der der Kohle noch etwa anhaftende Schwefelkohlenstoff durch Aether verdrängt und alsdann das Filter nebst der Kohle wieder bei 100° C. getrocknet und gewogen. — Will man dagegen nach Herrn Dr. Werthers Methode den Schwefel direkt bestimmen, so wiegt man von dem nach dem Auslaugen des

Digitized by Google

Salpeters zurückgebliebenen getrockneten und gewogenen Gemenge von Kohle und Schwefel wieder auf die oben angegebene Weise einen Theil ab, den man in einem Kolben mit langen Hals bringt, und etwas chlorsaures Kali und Salpetersäure zusetzt. Kocht man alsdann unter allmähligem Zusatz von chlorsaurem Kali, so tritt eine lebhafte Gasentwickelung ein, und man fährt mit dem Zusatze des letzteren Salzes so lange fort, bis die Gasentwickelung aufhört, und die Flüssigkeit eine durchsichtige gelbliche Färbung angenommen hat. Es ist alsdann die sämmtliche Kohle zu Kohlensäure oxydirt und entwichen, der Schwefel dagegen befindet sich als Schwefelsäure in der Flüssigkeit. Diese wird dann durch Chlorbaryum gefällt, der gefällte schwefelsaure Baryt sorgfältig ausgewaschen, getrocknet, geglüht und dann gewogen. Diese Bestimmung des Schwefels ist sehr genau, und die Methode hat gegen die erstere den Vortheil, daß der schwefelsaure Baryt allerdings leichter genau zu wiegen ist, als die hygroskopische Kohle, auch diese mitunter doch noch kleine Mengen von Schwefelkohlenstoff zurückhalten kann, wodurch das Resultat ungenau wird. Um dem letzteren Uebelstand zu begegnen, pflegt man deshalb auch die vom Schwefel befreite Kohle zu verbrennen; die Kohlensäure wird dann an Kali gebunden, und als kohlensaures Kali bestimmt, wodurch man zugleich eine Analyse der Kohle selbst erhält. Am sichersten ist es, beide Methoden mit einander zu verbinden, und nachdem der Salpeter ausgelaugt ist, einen Theil des Rückstandes mit Schwefelkohlenstoff zu behandeln, und die Kohle in demselben zu bestimmen, einen anderen Theil aber zur Bestimmung des Schwefels nach Herrn Professor Werthers Methode zu verwenden. Als Beispiel mögen die Ergebnisse einer Analyse hier Platz finden, welche ich unter andern in dem Laboratorium des Herrn Dr. Sonnenschein ausgeführt habe und die zugleich zeigt, daß beide erwähnten Methoden fast genau dieselben Resultate geben.

Das trockene Pulver wog 2,9325 Grammen;
nach dem Auslaugen des Salpeters blieben zurück

$$C + S = 0{,}7460 = 25{,}4390 \text{ Procent},$$

man hatte also Salpeter = 74,561 Procent.

Zur Bestimmung der Kohle nahm man von dem Rückstande 0, Gr. 2620 und erhielt nach Ausziehen des Schwefels mittelst Schwefelkohlenstoffs

0, Gr. 1580 Kohle

Digitized by Google

und auf die ganze angewandte Menge berechnet:

0, Gr. 4498 = 15,305 Procent Kohle

woraus denn aus dem Verlust sich

0, Gr. 2962 oder 10,134 Procent Schwefel ergeben.

Zur Schwefelbestimmung wurden 0, Gr. 3147 des Rückstandes abgewogen und man erhielt

0, Gr. 8840 schwefelsauren Baryt, dem
0, Gr. 1213 Schwefel

entsprechen, und auf die ganze Masse berechnet ergaben sich also

0, Gr. 2875 = 9,804 Procent Schwefel
und aus dem Verlust 15,635 " Kohle.

Stellt man diese Ergebnisse nebeneinander und bezeichnet die erste Analyse (mit Schwefelkohlenstoff) durch I., die andere durch II., so hat man übersichtlich die Zusammensetzung des fraglichen Pulvers in 100 Theilen

I.	II.
74,561 Salpeter	74,561 Salpeter
15,305 Kohle	15,635 Kohle
10,134 Schwefel	9,804 Schwefel
100,000	100,000

Der gefundene Kohlen- und Schwefelgehalt differirt in den beiden Analysen also nur um $^1/_3$ Procent, eine gewiß befriedigende Uebereinstimmung.

Eine neuere Methode zur Bestimmung ist die von den Herren Cloëz und Suignet angewandte, welche sich dabei des übermangansauren Kali ($KO + Mn O^7$) bedienten, und sehr genaue Resultate damit erzielten. Sie verfuhren dabei auf folgende Weise*):

1 Gramm Pulver wurde bei 100° C. vollständig getrocknet und der Wassergehalt ermittelt. Darauf bereitet man sich eine konzentrirte Lösung von Chamäleon (Auflösung von mangansaurem

*) Journal für praktische Chemie von Otto Linné Erdmann und Gustav Werther. Jahrgang 1858 3. Band pag. 175—176.

Digitized by Google

Kali, KO + Mn O_3 in Waſſer, welche erſt grün, an der Luft bald in eine ſchöne rothe Löſung übergeht, die übermanganſaures Kali enthält) und kocht das Pulver unter neuem Zuſatz von Chamäleon ſo lange bis die Flüſſigkeit eine bleibende violette Färbung annimmt. Das übermanganſaure Kali zerlegt ſich dabei; es wird Sauerſtoff frei, und Manganoxyd ſcheidet ſich aus; erſterer oxydirt den Schwefel und die Kohle zu Schwefel und Kohlenſäure, welche letztere entweicht. Um das ausgeſchiedene Manganoxyd aufzulöſen ſetzt man etwas Salzſäure zu der Flüſſigkeit und kocht abermals; dann fällt man die Schwefelſäure unter Zuſatz von etwas Salpeterſäure durch Chlorbaryum und verfährt weiter, wie oben. Dieſe Methode empfiehlt ſich ſehr durch ihre Einfachheit und bequeme Ausführung, ſcheint auch an Genauigkeit der Methode des Herrn Dr. Werther nicht nachzuſtehen. Als Prüfungsmittel für die Empfindlichkeit der Methode gebrauchte der Erfinder das unterſchweflig-ſaure Natron. Dieſes Salz hat die Zuſammenſetzung (Na O + SO) + 5 HO; 1 Gramm davon gab 1,850 Grammen ſchwefelſauren Baryt (Ba + SO_3) welcher 0,254 Grammen Schwefel enthält, wogegen die Rechnung 0,258 verlangt, alſo auf $^1/_{500}$ Gr. genau.

Wir wenden uns hiernach wieder zu dem oben erwähnten Experiment des Herrn Profeſſor Bunſen. In Gemeinſchaft mit Herrn Schiſchkoff hat der berühmte Chemiker eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, deren Zweck es war, die in Wirklichkeit ſtattfindende Zerſetzung des Schießpulvers bei der Verbrennung darzulegen, alſo nächſt der Analyſe des Pulvers ſelbſt, auch ſorgfältige quantitative Analyſen der entwickelten Gaſe und des Verbrennungsrückſtandes vorzunehmen. Die dadurch erlangten Reſultate ſind für die Artillerie um ſo wichtiger, da unſeres Wiſſens noch ſehr wenig Arbeiten der Art auch nach dieſen bis jetzt ausgeführt worden ſind, und ſchon die Namen der Experimentatoren für die Genauigkeit der Unterſuchungen bürgen*).

Das zu den Verſuchen angewandte Pulver war engliſches Jagdpulver und die Analyſe deſſelben ergab

*) Chemiſche Theorie des Schießpulvers von R. Bunſen und L. Schiſchkoff in Poggendorff Annalen der Phyſik und Chemie Band 102 (178ſter der ganzen Folge) 1857 pag. 321—353.

Digitized by Google

	Salpeter	78,99
	Schwefel	9,84
Kohle	Kohlenstoff	7,69
	Wasserstoff	0,41
	Sauerstoff	3,07
	Asche	Spuren

. . . . . (5)

Sie war doppelt geführt worden, indem man die beiden oben als zweckmäßigste Methoden der chemischen Analyse bezeichneten Verfahrungsweisen mit einander verband, und lieferte so also gleich eine Kontrolle in sich, indem einmal Salpeter und Kohle ermittelt wurden; das andere Mal nur Schwefel und Salpeter und die Kohle aus dem Verlust berechnet. Nachdem man nämlich den Salpeter ausgelaugt hatte, wurde der Rückstand theils mit Schwefelkohlenstoff behandelt und die schwefelfreie Kohle verbrannt an Kali gebunden, theils oxydirte man denselben mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure, wie pag. 144 angegeben worden. Die so ermittelten Bestandtheile gehören dem trockenen Pulver an; es stellen daher die in (5) aufgeführten Antheile an Wasserstoff und Sauerstoff, welche zusammen 3,48 Procenten Wassers entsprechen nicht den Wassergehalt des Schießpulvers dar, welchen es im gewöhnlichen Zustand besitzt, und welcher aus der Luft angezogen ist, sondern jene Menge Wasser und Sauerstoff sind Bestandtheile der Kohle, welche also hiernach 68,7 Procent reinen Kohlenstoff enthielt und also nur eine sehr geringe Verkohlungsstufe (36 bis 37procentige Kohle s. S. 140) erreicht hatte.

Zur Analyse der Verbrennungsprodukte bedienten sich die Herren Bunsen und Schischkoff zunächst eines sehr einfachen Apparates um qualitativ die Bestandtheile des Rückstandes und der entwickelten Gase zu ermitteln. Derselbe bestand aus einer an beiden Enden offenen Glasröhre d, welche durch die beiden Korke b und e luftdicht geschlossen werden konnte. Durch den Kork b geht die Messingröhre a, in welche das zerriebene Pulver fest eingestampft wurde, durch den e das Entbindungsrohr f. Nachdem das Pulver in a entzündet war, setzte man den Kork b in die Röhre ein, in welcher sich der Rückstand, Pulverschleim und Pulver auch vollkommen absetzte, während die Gase aus dem Rohr f entwichen und über Quecksilber aufgefangen wurden. Um ein durch

Digitized by Google

die Pulverflamme zu besorgendes Zerspringen der Glasröre d zu vermeiden, hatte man eine mit vielen kleinen Löchern versehene Messinghülse c auf a aufgeschoben, welche ihrem Zwecke vollkommen entsprach. Die Untersuchung des festen Rückstandes ergab:

1. schwefelsaures Kali, 2. kohlensaures Kali, 3. unterschwefligsaures Kali, 4. Schwefelkalium, 5. Kalihydrat, Ajodonkalium 7. salpetersaures Kali, 8. Kohle, 9. Schwefel, 10. kohlensaures Ammoniak.

Die gasförmigen Produkte enthielten: 1. Stickstoff, 2. Kohlensäure, 3. Kohlenoxyd, 4. Wasserstoff, 5. Schwefelwasserstoff und unter Umständen erhebliche Mengen von 6. Stickoxyd und selbst Stickstoffoxydul. —

Zur quantitativen Bestimmung dieser Bestandtheile diente ein anderer Apparat. Durch ein Kautschukrohr a, welches an einen Stock B befestigt ist, gelangen die Pulverkörner in das äußerst dünne (2,5 Millimeter weite) und 1 Meter lange Glasrohr c, aus welchem sie in die weitere Glasröhre d herabfallen, welche eine kugelartige Erweiterung hat, die durch eine Lampe L in einer schwachen Rothglühhitze erhalten wird. An der Röhre c befindet sich eine Messinghülse b, auf welche der Schlauch a aufgesteckt und dann gelinde bewegt wird, so daß die Pulverkörner in einem dünnen Strahl nach d gelangen. Hier findet ihre Zersetzung statt und ein Theil des festen Rückstandes, der Pulverschleim bleibt vollständig in d und dessen Röhrenfortsatz e zurück. Dieser mündet in das etwa 2 Meter lange Rohr f, in welchem sich der Pulverrauch vollständig absetzt, wogegen die Gase in den Sammelröhren g unter Mitwirkung eines Aspirators A aufgefangen wurden. Nach beendigter Operation schloß man die Quetschhähne h und schmolz die Röhren g mittelst eines Löthrohres zu. Ein Auffangen der Gase unter Quecksilber war hier nicht möglich, da der geringste Druck von A her sofort ein Zurückschlagen der Flamme von d nach a hin zur Folge hatte. Wie schon erwähnt, zerfallen die Zersetzungsprodukte des Schießpulvers in den festen Rückstand und die gasförmigen Produkte, ersterer wieder in den Pulverschleim und den Pulverrauch. Eine sehr ausführliche Vorlegung der Methoden mittelst deren die einzelnen Stoffe bestimmt worden, haben die Verfasser in der unten angezogenen Abhandlung in Poggendorffs Annalen (pag. 326—342) gegeben, welche von hohem chemischen Interesse ist. Für unsern Zweck aber mag es genügen, das We-

Digitized by Google

sentliche, welches zum Zusammenhange nothwendig erscheint, hier kurz mitzutheilen, und die Endergebnisse hinzustellen, weshalb wir unsere Leser zum weiteren Verfolg der Sache in dieser Richtung auf das Original verweisen müssen*).

Es waren bei dem Versuche im Ganzen etwa 20 Grammen Pulver verbrannt worden, und der in der Kugel befindliche Rückstand bildete eine halbgeschmolzene gelblich graue Masse, welche sich mit Zurücklassung von Kohle leicht in Wasser auflöste. Die Untersuchung auf die durch die qualitative Analyse festgestellten Bestandtheile des gesammten Rückstandes gaben nun Folgendes:

Pulverschleim:

Schwefelsaures Kali	$(\dot{K}\ddot{S})$	56,62	
Kohlensaures Kali	$(\dot{K}\ddot{C})$	27,02	
Unterschwefligsaures Kali	$(\dot{K}\ddot{S})$	7,57	
Schwefelkalium	(KS)	1,06	(6)
Kalihydrat	$(\dot{K}\dot{H})$	1,26	(6)
Rhodonkalium	$(K\,Cy\,S^2)$	0,86	(6)
Salpeter	$(\dot{K}\dot{N})$	5,19	
Kohle	(C)	0,97	
Kohlensaures Ammoniak		0,00	
Schwefel, Spur		0,00	
		100,55	

Zur Kontrolle war noch ein Mal der in sämmtlichen Gemengtheilen vorhandene Gehalt an Kali ermittelt worden, indem eine Meßflasche, welche ein Gramm Rückstand enthielt, mit Schwefelsäure eingedampft wurde. Es fanden sich nach heftigem Ausglühen der Masse 1,0447 Gr. schwefelsaures Kali, welche 56,497 Procent Kali enthalten, während man, wenn das Kali aus den einzelnen Daten der Analyse (6 zusammengerechnet wird, 56,88 Procent erhält, also eine sehr befriedigende Uebereinstimmung.

Der in dem Rohr f abgesetzte Pulverdampf bildete einen lockeren grauen und stark nach Ammoniak riechenden Anflug, der für sich ebenfalls analysirt wurde; er zog begierig Feuchtigkeit an

*) Ein Auszug aus der Abhandlung in Poggendorff's Annalen von Bunsen und Schischkoff befindet sich im Journal für praktische Chemie von Otto Linné Erdmann und Gustav Werther 75. Band 1858 pag. 224—236, welcher die wesentlichen Punkte des Originals enthält.

Digitized by Google

und man löste ihn deshalb sogleich in Wasser auf, wobei die auch hier zurückbleibende Kohle abfiltrirt wurde. Die weitere Untersuchung zeigte nachstehende Zusammensetzung:

Pulverdampf:

Schwefelsaures Kali	65,29	
Kohlensaures Kali	23,48	
Unterschwefligsaures Kali . .	4,90	
Schwefelkalium	0,00	
Kalihydrat	1,33	. . . (7)
Rhodankalium	0,55	
Salpeter	2,48	
Kohle	1,86	
$^2/_3$ kohlens. Ammoniak $(NH_4)^2 3C$ =	0,11	
Schwefel	0,00	
	100,00	

Diese Analysen (6) und (7) zeigen, daß beide Theile des Rückstandes, der Pulverschleim und der Pulverrauch im Wesentlichen etwa dieselbe Zusammensetzung haben, nur ist in letzterem die Zersetzung des Salpeters und Schwefels vollständiger zu schwefelsaurem Kali gediehen, und statt Schwefelkalium, welches hier gänzlich fehlt, tritt das flüchtigere kohlensaure Ammoniak, wenn auch in geringer Menge auf. Vor Allem aber zeigt diese Analyse, daß die Zersetzung des Pulvers in ganz anderer Weise erfolgt, als die Theorie dies angiebt, welche den Rückstand als aus reinem Schwefelkalium bestehend annimmt. Dieser Bestandtheil ist nur in sehr geringer Menge im Gesammtrückstande vertreten, als dessen Hauptbestandtheile sich schwefelsaures Kali und demnächst noch kohlensaures Kali in bedeutender Menge zeigt.

Die Untersuchung der gasförmigen Produkte fand nach der von Herrn Bunsen angegebenen Methode statt*). Ehe zur quantitativen Analyse derselben geschritten wurde, überzeugte man sich bei dem Versuch selbst von der Abwesenheit von Cyan, Stickstoffoxyd und schwefliger Säure, indem man aus der Röhre f die Gase mit dem Munde auffog. Da sich noch Tausendstel dieser Stoffe durch Geschmack und Geruch erkennen lassen, dieselben sich nicht dadurch anzeigten, so durfte angenommen werden, daß sie in dem Gemenge wirklich nicht vorhanden seien. Die Untersuchung erstreckte

*) S. Poggendorff's Annalen Band 102 pag. 335—337.

Digitized by Google

sich somit nur auf die übrigen Produkte, welche bei der Verbrennung des Schießpulvers entstehen konnten, nämlich: Kohlensäure-Schwefelwasserstoff, Spuren van Sauerstoff, Kohlenoxyd, Wasser, stoff, Stickstoff und Stickstoffoxydul und danach bestand

das Gas in 100 Volumentheilen aus:

Kohlensäure	52,67	
Stickstoff	41,12	
Kohlenoxyd	3,88	
Wasserstoff	1,21	. . . (8)
Schwefelwasserstoff . . .	0,60	
Sauerstoff	0,52	
Stickstoffoxydul	0,00	
	100,00	

Den auffälligen Gehalt an freiem Sauerstoff neben brennbaren Gasen glauben die Experimentatoren nicht einem Fehler der Analyse zuschreiben zu dürfen, sondern erklären dessen Dasein aus dem Umstande, daß der salpeterhaltige Rückstand während des Erkaltens sehr gut noch Sauerstoff entwickeln könne bei einer Temperatur, die nicht mehr im Stande ist, die verbrennlichen Gase, welche sich mit ihrem siebenzehnfachen Volumen unverbrennlicher Stoffe gemengt finden, zu entzünden.

Um nun die Frage zu entscheiden, wieviel festen Rückstand und wieviel Gase ein bestimmtes Quantum liefert, wurde der Gesammtrückstand, Pulverrauch und Pulverschleim, von der Menge Pulver zusammen analysirt, die bei der Verbrennung die oben untersuchten Gase geliefert hatten, und danach zeigten die Verbrennungsprodukte folgende quantitative Zusammensetzung:

Schießpulver:		A. Feste Verbrennugsprodukte:	
Salpeter . . .	78,99	Schwefelsaures Kali . . .	62,10
Schwefel . . .	9,84	Kohlensaures Kali	18,58
Kohlenstoff . .	7,69	Unterschwefligsaures Kali . .	4,80
Wasserstoff . .	0,41	Schwefelkalium	3,13
Sauerstoff . .	3,07	Rhodankalium	0,45
	100,00	Latus	89,06

Digitized by Google

Transport	89,06
Salpeterſaures Kali . . .	5,47
Kohle	1,07
Schwefel	0,20
Kohlenſaures Ammoniak .	4,20
	100,00

B.

Gasförmige Verbrennungsprodukte:

Kohlenſäure	52,67	
Stickſtoff	41,12	. . . 9
Kohlenoxyd	3,88	
Waſſerſtoff	1,21	
Schwefelwaſſerſtoff . . .	0,60	
Sauerſtoff	0,52	
Stickoxydul	0,00	
	100,00	

Auch die gasförmigen Produkte zeigen ſonach eine andere Zerſetzungsweiſe des Schießpulvers, als die Theorie dieſelbe vorausſetzt. Das Gasgemenge zeigt in ſeiner Zuſammenſetzung zwar nicht eine ſo auffällige Abweichung, wie der Rückſtand, indem Kohlenſäure und Stickſtoff, die nach der Theorie allein ſich bilden ſollen, allerdings in ſehr überwiegender Menge ſich vorfinden, doch treten namentlich daneben auch ſchon erhebliche Mengen von Kohlenoxydgas auf. Beſonders aber tritt die Verſchiedenheit der Menge der Gaſe ſogleich hervor, da keineswegs die im Pulver enthaltenen gasförmigen Produkte, Sauerſtoff, Stickſtoff und Waſſerſtoff ſämmtlich die Gasgeſtalt annehmen, ſondern ein bedeutender Theil derſelben in dem ſchwefelſaurem, kohlenſaurem, unterſchwefligſaurem Kali, dem Rhodankalium, dem Salpeter und kohlenſaurem Ammoniak des Rückſtandes gebunden bleibt.

Im Rückſtande aber findet ſich der ſämmtliche Kaliumgehalt des Schießpulvers wieder und kann nun in Verbindung mit den Ergebniſſen der Analyſen (9) A und B dazu benutzt werden, um auszurechnen, wieviel feſten Rückſtand 1 Gramme Pulver liefert. — Aus der Analyſe des angewandten Schießpulvers folgt nämlich, daß in 1 Gramme Pulver 0,3055 Grammen Kalium enthalten

Digitized by Google

sind, und so ergiebt sich denn die Menge Rückstand von der in A angegebenen Zusammensetzung, welche ebenfalls 0,3055 Grammen Kalium enthält, zu 0,6806 Grammen. Berechnet man nun den Stickstoffgehalt, welcher in diesen 0,6806 Grammen Rückstand enthalten ist, und zieht denselben von dem im unzersetzten Schießpulver ab, so erhält man die Menge Stickstoff, welche sich in den gasförmigen Produkten vorfinden muß; und wird nun ebenfalls, wie vorher beim Rückstande, hier aus der Analyse B (9) die Menge der gasförmigen Produkte berechnet, welche zu jener gefundenen Stickstoffmenge gehören, so erhält man diese zu 0,3138 Grammen, so daß also hiernach bei der Zersetzung 1 Gramme Schießpulver zerfällt in

0,6806	Grammen	Rückstand
0,3138	„	Gase
0,9944		

Es ist daher die wirkliche Zersetzung von 1 Gramme Schießpulver in nachstehender Uebersicht dargestellt:

Rückstand OG, 6806 (10)	$\dot{K}\,\dot{S}\,\ddot{O}_3$	0,4227
	$\dot{K}\,\dot{C}\,\ddot{O}_3$	0,1264
	$\dot{K}\,\dot{S}\,\ddot{O}_4$	0,0327
	$\dot{K}\,S$	0,0213
	$\dot{K}\,Cy\,S^2$	0,0030
	$\dot{K}\,\dot{N}\,\ddot{O}_3$	0,0372
	C	0,0073
	$\dot{S}$	0,0014
	$\dot{N}^2\,\dot{C}^3$	0,0286

1 Gramme Pulver	$\dot{K}\,\dot{N}\,\ddot{O}_3$	0,7899	giebt verbrannt	N	0,0998 =	79,40	Cubik-Centimeter.
	S	0,0984		$\dot{C}\,\ddot{O}_2$	0,2012 =	101,71	
	Kohle C	0,0769		$\dot{C}$	0,0094 =	7,49	
	Kohle H	0,0041		H	0,0002 =	2,34	
	Kohle O	0,0307		HS	0,0018 =	1,16	
	Gase o, Gr. 3138			O	0,0014 =	1,00	
					0,9944 =	193,10	

Die gewöhnliche Probe der Analysen beruhend in der Uebereinstimmung der Gewichte sowohl der zu derselben angewandten

Digitized by Google

Menge, als die erhaltenen Zersetzungsprodukte konnte bei der mitgetheilten natürlich nicht angewandt werden, und die Herren von Bunsen und Schischkoff bedienten sich daher eines andern ebenso genauen Verfahrens. Da nämlich die in 1 Gramme Pulver enthaltene Menge von K, N, S, C und O sich in den Verbrennungsprodukten in nahezu unverändertem Gewichte wiederfinden müssen, so wurden sie aus den beiderseitigen Analysen berechnet, und die Vergleichung der Resultate giebt Folgendes:

Es war vorhanden

im unverbrannten Pulver

$K = 0{,}3055$; $N = 0{,}1096$; $S = 0{,}0984$; $C = 0{,}0769$; $O = 0{,}4057$

im verbrannten Pulver

$K = 0{,}3055$; $N = 0{,}1096$; $S = 0989$; $C = 0{,}0780$; $O = 0{,}3936$

Die Kalium- und Stickstoffmengen stimmen, als der Rechnung zu Grunde gelegt vollkommen überein und sind der Beweis für die Richtigkeit derselben, während die sehr nahe Uebereinstimmung des Schwefel-, Kohlenstoff- und Sauerstoffgehalts die Genauigkeit der chemischen Analyse bekunden. —

Leider hat Herr Professor Bunsen diese interessanten Versuche nicht noch auf andere Pulversorten ausgedehnt, wenigstens habe ich keine weiteren kennen gelernt. Die seitdem von dem berühmten Chemiker gemachten, anderweitigen großen Entdeckungen mögen seine Thätigkeit wohl in anderer Richtung beansprucht haben, und es ist daher für die Artillerie doppelt schätzenswerth, daß diese Untersuchungen neuerdings wieder durch Herrn Ludwig von Károlyi aufgenommen worden sind, welcher sich dabei eines Pulvers von anderer Zusammensetzung bediente und die Verbrennung desselben unter Umständen stattfinden ließ, wie diese zum Theil in der Praxis vorkommen*). Herr v. Károlyi sprengte nämlich gußeiserne Hohlcylinder mittelst Schießpulver in einer luftleeren gepumpten 60pfündigen Bombe, welches letztere auf galvanischem Wege entzündet wurde. Die Quantität des Pulvers wurde so abgemessen, daß sie eben zur Sprengung der erwähnten Gefäße

*) Die Verbrennungsprodukte der Schießwolle und des Schießpulvers erzeugt unter Umständen, welche analog denen der Praxis sind, von Ludwig v. Karolyi: H. Poggendorff, Annalen der Physik und Chemie Bd. 118 (Stück IV. 184 der ganzen Folge) S. 544—564.

Digitized by Google

hinreichte, und die entwickelten Gase wurden vermittelst eines, durch einen Hahn abzusperrenden Rohrs aus der Bombe zur weiteren Untersuchung in drei Absorptionsröhren geleitet. Das angewandte Pulver war österreichisches Gewehr- und Geschützpulver von nachfolgender Zusammensetzung:

Gewehrpulver.		Geschützpulver.	
Salpeter	= 77,15	Salpeter	= 73,78
Schwefel	= 8,63	Schwefel	= 12,80
Kohle: Kohlenstoff	= 11,78	Kohlenstoff	= 10,88
Kohle: Wasserstoff	= 0,42	Wasserstoff	= 0,38
Kohle: Sauerstoff	= 1,79	Sauerstoff	= 1,82
Asche	= 0,28	Asche	= 0,31
	100,00		100,00

Die Kohle enthielt nach der organischen Analyse in Prozenten:

im Gewehrpulver:		im Geschützpulver:	
Kohlenstoff	= 82,90	Kohlenstoff	= 81,200
Wasserstoff	= 2,99	Wasserstoff	= 2,865
Sauerstoff	= 12,14	Sauerstoff	= 13,599
Asche	= 1,97	Asche	= 2,336
	100,00		100,000

hatte mithin eine bei weitem höhere Verkohlungsstufe erreicht, als die in dem vom Herrn Bunsen untersuchten englischen Jagdpulver.

Es wurden zum Versuch 36,8366 Gr. Geschützpulver angewendet und lieferten 5480,7 Kbkcm. Gas bei 16° C. und 0,749 M. Barometerstand, oder 7621,9 Kbkcm. bei 0° und 1 M. Druck Das Gesammtresultat ergab nun folgende Zusammensetzung der Verbrennungsprodukte:

Schwefelsaures Kali	13,61
Kohlensaures Kali	7,14
Unterschwefligsaures Kali	1,04
Schwefelkalium	0,04
Kohle	0,94
Schwefel	1,73
Anderthalbkohlensaures Ammoniak	0,99
Stickstoff	3,60
Kohlensäure	6,40
Kohlenoxyd	0,97
Wasserstoff	0,04
Latus	36,50

Digitized by Google

Transport	36,50
Schwefelwasserstoff	0,10
Grubengas	0,15
Verlust	0,07
	36,82

Vom Gewehrpulver nahm man 34,153 Gr. und diese lieferten verbrannt:

Schwefelsaures Kali	12,354
Kohlensaures Kali	7,096
Unterschwefligsaures Kali	0,605
Kohle	0,887
Schwefel	0,397
Anderthalbkohlensaures Ammoniak	0,908
Stickstoff	3,432
Kohlensäure	7,442
Kohlenoxyd	0,504
Wasserstoff	0,047
Schwefelwasserstoff	0,079
Grubengas	0,167
Verlust	0,237
	33,155

Schwefel und Kohle sind aus dem Abgange berechnet. Die Methode der Analyse, die zum Theil die von Bunsen angegebene ist, findet sich in dem oben erwähnten Aufsatze des Herrn v. Károlyi ausführlich angegeben; die des unverbrannten Pulvers wurde nun mittelst Schwefelkohlenstoff ausgeführt, und die vom Schwefel befreite Kohle der Verbrennungsanalyse unterworfen.

Um nun aus den Ergebnissen dieser Versuche überhaupt wenn möglich ein Resultat für unsern Zweck zu ziehen, wollen wir dieselben mit den Bunsen'schen übersichtlich zusammenstellen. Man erhält danach folgendes Schema:

	Jagd-pulver.	Gewehr-pulver.	Geschütz-pulver.
Salpeter	78,99	77,15	73,78
Schwefel	9,84	8,63	12,80
Kohlenstoff	7,69	11,78	10,88
Wasserstoff	0,41	0,42	0,38
Sauerstoff	3,07	1,79	1,82
Asche	Spuren	0,28	0,31
	100,00	100,00	100,00

Digitized by Google

(11) . . .

Verbrennungsprodukte.			
Schwefelsaures Kali	42,27	36,17	36,95
Kohlensaures Kali	12,64	20,78	19,40
Unterschwefligsaures Kali	3,27	1,77	2,85
Schwefelkalium	2,13	—	0,11
Rhodankalium	0,30	—	—
Salpetersaures Kali	3,72	—	—
Kohle	0,73	2,60	2,57
Schwefel	0,14	1,16	4,69
Anderthalbkohlensaures Ammoniak	2,86	2,66	2,68
Stickstoff	9,98	10,06	9,77
Kohlensäure	20,12	21,79	17,39
Kohlenoxyd	0,94	1,47	2,64
Wasserstoff	0,02	0,14	0,11
Schwefelwasserstoff	0,18	0,23	0,27
Sauerstoff	0,14	—	—
Grubengas	—	0,49	0,40
Verlust	—	0,68	0,19
	100,00	100,00	100,00
Gesammtgewicht des Rückstandes	68,06	65,14	69,25
Gesammtgewicht der Gase	31,38	34,86	30,77
Gasmenge per Gr. Pulver	190 cc;00	226 cc;59	206 cc,91

Betrachtet man in den drei vorliegenden Pulversorten zunächst den Kohlengehalt, so beträgt derselbe bei dem Jagdpulver 11,17; beim Gewehrpulver 14,27; beim Geschützpulver 13,39 Gewichtsprozente, welchen der Reihe nach 7,69, 11,78, 10,88 Prozent an reinem Kohlenstoff entsprechen. Schon oben (Seite 139) wo von den Verkohlungsstufen die Rede war, ist die Bezeichnung der Kohle nach demselben schlecht genannt worden, und die mitgetheilten Analysen von verschieden prozentiger Kohle, die auf verschiedenem Wege dargestellt worden, zeigen, wie schwankend der Begriff irgend einer prozentigen Kohle nach jener allgemein angenommenen Klassifizirung ist. In dem vorliegenden Falle zeigt es sich recht augenscheinlich, wie eine Bezeichnung der Kohle nach der in Rede stehenden Art für eine wissenschaftliche Diskussion ganz unzulässig ist. Die in dem österreichischen Geschützpulver enthaltene

Digitized by Google

Kohle, in welcher 83 Prozent reiner Kohlenstoff vorhanden ist, würde im Fall sie auf dieselbe Weise, wie die von Herrn Professor Dr. Werther untersuchte gewonnen worden ist, nach den S. 139 mitgetheilten Ergebnissen etwa einer 32- bis 33prozentigen entsprechen, war indessen ihre Darstellungsweise derjenigen gleich, welche die von Herrn Violette untersuchte geliefert hat, so müßte sie eine 17prozentige genannt werden, woraus erhellt, daß eine solche Bezeichnung gänzlich ohne Werth ist, da sie auch nicht einmal annähernd Aufschluß weder über die chemische noch sonstige Beschaffenheit der Kohle giebt. Der Haupt- und für die Pulverfabrikation wichtigste Bestandtheil der Kohle ist der Kohlenstoff, und da man durch Angabe dieses auch sogleich erfährt, daß der Rest Wasserstoff und Sauerstoff und noch etwas Asche ist, so ist es natürlich, die Verkohlungsstufen dadurch zu bezeichnen, daß der Gehalt der Kohle an reinem Kohlenstoff angegeben wird. Man erfährt auf diese Weise nicht nur den Hauptbestandtheil genau, sondern auch schon sehr annähernd die andern beiden nächstwichtigen Bestandtheile: Sauerstoff und Wasserstoff, indem dieselben auch unter sich bei den verschiedenen Verkohlungsgraden, welche hier in Betracht kommen, ein ziemlich konstantes Verhältniß im Allgemeinen zu beobachten scheinen. Die in den drei vorstehenden Pulversorten enthaltene Kohle ist schwerlich sämmtlich auf gleiche Weise hergestellt worden und wahrscheinlich auch nicht nach Art der Violette'schen Kohle, dennoch ergiebt die Tabelle (S. 140) auf unsere 3 Pulversorten angewandt im Allgemeinen auch in Bezug auf Sauerstoff und Wasserstoff zutreffende Resultate, trotzdem die in dem österreichischen Pulver enthaltene Kohle unverhältnißmäßig viel Asche enthält. Nimmt man nämlich den Kohlenstoffgehalt als Basis für die Benennung der Kohle, so ist in runden Zahlen die des Jagdpulvers 69e, die des Geschützpulvers 81-, die des Gewehrpulvers 83prozentig, und ihre Zusammensetzungen sind nach der Analyse folgende:

	Jagdpulver.	Geschützpulver.	Gewehrpulver.
Kohlenstoff	69,0	81,0	83,0
Wasserstoff	3,6	2,9	3,0
Sauerstoff	27,4	13,6	12,0
Asche	0,0	2,3	2,0

und aus der Tabelle S. 140 erhält man durch Interpolation in

Digitized by Google

ebenfalls abgerundeten Zahlen für 69, 81 und 83 Prozent Kohlenstoff enthaltende Kohle:

	Jagdpulver.	Geschützpulver.	Gewehrpulver.
Kohlenstoff	69,0	81,0	83,0
Wasserstoff	4,3	2,6	1,8
Sauerstoff	26,2	15,9	14,0
Asche	0,5	1,1	1,2

wo die größten Unterschiede in den Wasserstoff- und Sauerstoffmengen gegen die durch die Analyse ermittelten sich nicht viel über 2 Prozent erheben, was für eine Annäherung genügend erscheint.

Wir werden deshalb von jetzt an durch eine mprozentige Kohle eine solche bezeichnen, welche mProzent reinen Kohlenstoff enthält.

Gehen wir nach diesem zur näheren Erörterung der durch die vorstehend mitgetheilten Analysen gewonnenen Resultate überhaupt über, so sieht man sogleich den großen Unterschied des bei der Verbrennung wirklich erzeugten Gasquantums gegen dasjenige, was nach der Theorie sich ergeben würde, wenn die Zersetzung des Schießpulvers nach der theoretischen chemischen Formel vor sich ginge. Die Theorie verlangt

59,21 Gewichtsprozent Gase
und nur 40,79 = Rückstand

wobei allerdings ein Pulver vorausgesetzt ist, welches in 100 Theilen

74,84 Salpeter
13,32 Kohle und zwar 100prozentig
11,84 Schwefel

enthält; dagegen ergeben die 3 hier untersuchten Pulversorten nur

31,38 34,86 und 30,77 Prozent Gase
und 68,06 65,14 und 69,25 = Rückstand.

Es ist allerdings zu bedauern, daß keine Analysen der Verbrennungsprodukte eines Pulvers von der theoretischen Normalzusammensetzung vorliegen, welche unmittelbar über deren Zweckmäßigkeit oder Unzweckmäßigkeit von dem hier aufgestellten Gesichtspunkte aus Aufschluß geben würden, und wenn dergleichen Experimente wie die vorstehenden von artilleristischer Seite angeregt oder angestellt werden sollten, so würde allerdings mit einem Pulver von chemischer Normalzusammensetzung zu beginnen sein; indessen nähert sich dieser die des österreichischen Geschützpulvers doch schon

Digitized by Google

ziemlich und in viel höherem Maße, als die der beiden anderen Sorten; trotzdem steht in Beziehung auf Gasentwickelung es letzteren nach. Hiernach dürfte der Schluß, daß ein nach dem chemischen Normalverhältniß fabrizirtes Pulver sich auch nicht viel günstiger in dieser Beziehung zeigen würde, viel Wahrscheinlichkeit für sich haben, insbesondere, wenn man dazu erwägt, daß der relative Salpeter- und Schwefelgehalt im Jagd- und Gewehrpulver ein bedeutend von dem Normalverhältniß abweichender ist. Doch hat dieser Anhaltspunkt für sich allein kein großes Gewicht und man muß die Verbrennungsprodukte der einzelnen Pulversorten dabei auch im Speziellen vergleichen. Im Vergleich mit den theoretisch vorausgesetzten, einfachen Verbindungen der Elementarbestandtheile des Schießpulvers bei der Verbrennung zeigen sämmtliche Analysen übereinstimmend, daß zum größten Theile diese Zersetzungsprodukte in Wirklichkeit ganz andere sind, besonders was den Rückstand anbetrifft. Schwefelkalium, was die Theorie als alleinigen Bestandtheil desselben haben will, erzeugt sich gar nicht oder nur in sehr geringer Menge (etwas über 2 Prozent); wogegen statt desselben schwefelsaures Kali und demnächst kohlensaures Kali (zwischen 54 und 57 Prozent) als Hauptbestandtheile des Rückstandes auftreten; die gasförmigen Produkte nähern sich bedeutend mehr der theoretischen Zersetzungsweise, indem Kohlensäure und Stickstoffe allerdings in sehr überwiegender Menge vorhanden sind. Vergleicht man hingegen die Verbrennungsprodukte der 3 Pulversorten unter sich, so findet man eine bedeutende Verschiedenheit zwischen denselben. Wenn Herr v. Károlyi sagt, daß die Betrachtung der durch die Analysen gefundenen Resultate auf den ersten Blick zeigt, daß die Verbrennungsweise (ob im luftleeren oder lufterfüllten Raume) keinen wesentlichen Einfluß auf die Zersetzungsprodukte ausübe, so kann man ihm wohl darin beistimmen und ebenso, daß dagegen die Zusammensetzung des Pulvers jene bedeutend modifiziren. Im Jagdpulver findet sich ein sehr geringer Kohlenantheil (es ist hier immer Kohlenstoff gemeint) auf sehr viel Salpeter, und 3,72 Prozent des letzteren bleiben unzersetzt im Rückstande. Im Gewehrpulver und Geschützpulver ist zwar der Salpeter vollständig zersetzt, dagegen zeigt ersteres über 2½ Prozent Kohle; letzteres über 2½ Prozent Kohle und 4½ Prozent Schwefel im Rückstande. Es würde daraus zu schließen sein, daß ersteres zu viel Kohle, letzteres zu viel Kohle und zu viel Schwefel im Verhältniß zum Salpeter besitze. Läßt man daher

Digitized by Google

das Geschützpulver, dessen Zusammensetzungsverhältniß sich auch schon in Beziehung auf das erzeugte Gasquantum am ungünstigsten herausgestellt hat, aus dem weiteren Vergleiche fort, so hat man noch das Jagd- und Gewehrpulver; ersteres mit einem verhältnißmäßig zu geringen, letzteres mit einem zu großen Kohlengehalt, wobei zu beachten, daß das Verhältniß des Schwefels zum Salpeter im Jagdpulver (allerdings bei dem geringen Kohlengehalte) als richtig erscheint im Hinblicke auf die 42,27 Prozent schwefelsaures Kali und nur 0,14 reinen Schwefel im Rückstande. Immer daher im Auge behalten, daß, den Salpeter als Vergleichsobjekt angenommen, das Verhältniß des einen Bestandtheils zu demselben nur richtig oder falsch erscheinen kann in Betracht des Verhältnisses der übrigen zu eben jenem, so hat man aus den vorliegenden Ergebnissen Folgendes:

Das Verhältniß 79 Salpeter : 7,7 Kohle fehlerhaft wegen zu geringen Kohlengehalts,

Das Verhältniß 77 Salpeter : 11,8 Kohle fehlerhaft wegen zu viel Kohlengehalts,

Das Verhältniß 79 Salpeter : 9,8 Schwefel günstig.

Nimmt man daher das Verhältniß von $\frac{79}{9,8}$ von Salpeter und Schwefel als richtig an, so erhält man, den Salpetergehalt des Gewehrpulvers zu Grunde gelegt, eine Zusammensetzung des Schießpulvers von

$$\left.\begin{array}{ll} 77,00 & \text{Salpeter} \\ 9,55 & \text{Schwefel} \\ 10,86 & \text{Kohlenstoff} \\ 2,59 & \text{Sauerstoff, Wasserstoff ꝛc.} \end{array}\right\} \text{Kohle} \quad . \; . \quad (12)$$

als eine wahrscheinlich zweckmäßigere, wie die jeder der in Rede stehenden Pulversorten, und auch, wenn der Schluß vom Geschützpulver auf das chemische Normalverhältniß, wie ich glaube, zutreffend sein sollte, eine bessere, wie es dieses angiebt. Ob obige Zusammensetzung wirklich vortheilhafter ist, würde demnächst durch wiederholte Experimente, wie die mitgetheilten festzustellen sein. Es kann hierbei auf den ersten Blick befremden, daß ein Mengeverhältniß, wie das in (12) angegebene, welches auf 77 Gewichtstheile Salpeter 9,55 Schwefel enthält, für muthmaßlich besser ausgegeben wird, als das Verhältniß 77 : 8,6, welches nämlich das des österreichischen Gewehrpulvers ist, dessen Analyse trotz des ge-

Digitized by Google

ringeren Schwefelgehalts doch noch 1,16 Prozent unzersetzten Schwefel im Rückstande ergeben hat. Es ist aber, wie schon oben erwähnt, hierbei immer mit zu betrachten, daß eine Aenderung des Schwefelgehalts auch nothwendig eine solche der Kohle mit sich führt, und beide gleichzeitig auf die Zersetzungsprodukte influiren. Vermindert sich der Kohlenstoffgehalt der Kohle, so steigt dagegen deren Sauerstoffgehalt und dieser bewirkt wahrscheinlich eine vermehrte Oxydation des Schwefels und begünstigt die Bildung von schwefelsaurem und unterschwefligsaurem Kali, wie auch der Kohlensäure, und es ist daher, da das Verhältniß 77 Salpeter : 11,78 Kohle sich als entschieden ungünstig gezeigt hat (es bleiben 2,6 Prozent unzersetzt) sehr wohl möglich, daß die (12) angegebene Zusammensetzung bei der Verbrennung neben vollständiger Zersetzung des Salpeters weniger Schwefel und Kohle im Rückstand liefert, als die des Gewehrpulvers, somit wahrscheinlich auch überhaupt weniger Rückstand und mehr Gase.

Der nun zu befolgende Gang, um die Frage der zweckmäßigsten Zusammensetzung des Schießpulvers von dem hier aufgestellten Gesichtspunkte der größtmöglichen Gasentwickelung zu einem befriedigenden Ende zu führen, würde demnach Folgender sein:

a. Man wähle einige Pulversorten, welche sich sonst schon in der Praxis im Allgemeinen zufriedenstellend gezeigt haben, und unterwerfe diese nebst ihren Verbrennungsprodukten einer sorgfältigen chemischen Analyse, wobei man die vorstehend mitgetheilten Ergebnisse natürlich gleich benutzen kann; füge aber um jeden Zweifel zu beseitigen jenen 3 Analysen noch die eines Pulvers von chemischer Normalzusammensetzung hinzu.

b. Alsdann berechne man aus den Ergebnissen der Untersuchung das von jeder Pulversorte gelieferte Gasquantum und vergleiche dieselben hinsichtlich des Letzteren.

c. Die 2 Pulversorten, welche sich in gedachter Beziehung als die besten gezeigt haben, nehme man dann heraus, und durch Betrachtungen, wie die oben vorgestellten, der einzelnen hauptsächlichsten Verbrennungsprodukte in Bezug auf die Zusammensetzung des betreffenden Pulvers ermittele man eine dritte Zusammensetzung, welche muthmaßlich noch günstigere Ergebnisse verspricht.

d. Darauf stelle man ein Pulver von dieser Zusammensetzung her, analysire dasselbe nebst den Verbrennungsprodukten wie die vorigen und vergleiche es auf die angegebene Weise mit denselben.

Digitized by Google

c. Die sich jetzt als die 2 besten Pulversorten zeigenden nehme man wieder heraus und ermittele aus ihnen eine vierte wahrscheinlich bessere Zusammensetzung u. s. w.

Diese Procedur erfolgt so lange, bis die Unterschiede zwischen den beiden besten Pulversorten hinsichtlich der Gasquanta und des Rückstandes unmerklich werden, dann hat man die in Wirklichkeit mögliche zweckmäßigste Zusammensetzung in Bezug auf die gelieferte Gasmenge gefunden, und es ist wohl nicht zu zweifeln, daß man auf diesem Wege das vorgesteckte Ziel mit derselben Sicherheit erreichen wird, mit welcher man z. B. eine Gleichung durch Näherung auflöst. Allerdings verlangen derartige Experimente viel Kräfte und Zeit und sind auch nicht ganz leicht auszuführen; doch sind die entgegenstehenden Schwierigkeiten zu überwinden. Die Hauptschwierigkeit liegt in der Bereitung der zu den sich nach und nach ergebenden Pulversorten erforderlichen Kohle, damit diese nämlich die verlangte Zusammensetzung erhalte. Da indessen oben gezeigt worden ist, daß der Kohlenstoffgehalt für sich ein genügend sicheres Mittel zur Beurtheilung jener bietet, und man durch Verkohlung in Cylindern die Modifizirung der Verkohlungsstufen sehr genau reguliren kann, so wird es nach einigen Versuchen jedenfalls gelingen, eine Kohle herzustellen, welche in Bezug auf Kohlenstoffgehalt im Durchschnitt der verlangten entspricht. Dazu ist aber natürlich nothwendig, daß die Herstellung derselben, wie auch des zum weiteren Versuch bestimmten Pulvers schon in beträchtlicher Quantität erfolge, da nur dadurch eine Gleichmäßigkeit in der Zusammensetzung des Letzteren zu erreichen ist. Die Analysen müssen in einem chemischen Laboratorium am besten durch tüchtige Chemiker von Beruf ausgeführt werden. Die Entzündung und Verbrennung des zu untersuchenden Pulvers wird zweckmäßig immer genau auf dieselbe Weise vorzunehmen sein, wo möglich so, wie sie in der Praxis gemeiniglich erfolgt, und bei dem hergestellten Pulver ist ein sorgfältiges Sortiren nothwendig, um immer dieselbe mittlere Körnergröße zu erhalten, falls man es überhaupt für zweckmäßig erachtet, bei dem in gewöhnlicher Weise gekörnten Pulver zu verharren, was aus Gründen, welche später ihre Erörterung finden werden, durchaus geboten wird.

So lange nun auf diesem Wege die zweckmäßigste Zusammensetzung des Schießpulvers nicht festgestellt ist, würden wir uns unsrerseits vorläufig für ein Mengungsverhältniß von

Digitized by Google

$$\left.\begin{matrix} 77{,}00 \text{ Salpeter} \\ 9{,}55 \text{ Schwefel} \\ 13{,}45 \text{ Kohle} \end{matrix}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

entscheiden, wobei eine 80½prozentige Kohle vorausgesetzt wird.

Unser Bestreben, wie wir solches in Nr. 1 dieses Kapitels dargelegt haben, ging zunächst dahin, eine Zusammensetzung des Schießpulvers zu finden, welche abgesehen von anderen darauf einwirkenden Umständen, für sich die größte Kraftentwickelung einer Gewichtseinheit Pulver ergiebt. Es ist aber S. 135 bis 138 schon gezeigt worden, daß jene Kraftentwickelung durch die Expansion der bei der Verbrennung des Pulvers erzeugten Gase hervorgebracht, von der Menge dieser und ihrer durch die bei der Zersetzung stattfindenden Wärmeerregung abhängt. Nur in Bezug auf den ersten Faktor haben wir den Weg gezeigt, wie der gestellten Bedingung genügt werden kann, und es würde nun die Ermittelung des zweiten, der Verbrennungswärme zu erfolgen haben. Da indessen diese für sich zu keiner Folgerung auf die Größe der Kraftentwickelung berechtigt, sondern nur nach dem Gesagten in Verbindung mit der von einer Kubikeinheit gelieferten Gasmenge, so brechen wir die Untersuchung über die Zusammensetzung des Schießpulvers hier vorläufig ab, um zunächst dessen wichtigste Eigenschaft, seine Kraftäußerung, näher zu betrachten. Sind die Bedingungen für die Größe dieser bekannt und besitzt man Methoden, um letztere richtig zu messen, so werden dann Versuche mit Pulversorten verschiedener Zusammensetzung in dieser Richtung angestellt, die Frage über das zweckmäßigste Verhältniß der einzelnen Bestandtheile im Pulver zu einander endgiltig entscheiden.

Bei der Wichtigkeit, welche die nun folgenden Betrachtungen nicht nur in der eben beregten Beziehung, sondern wie schon gleich anfangs angedeutet (S. 129) auch in ihrem Verhältniß zur Fabrikation des Schießpulvers haben, rechtfertigt es sich sonach wohl, denselben ein besonderes Kapitel zu widmen.

(Schluß folgt.)

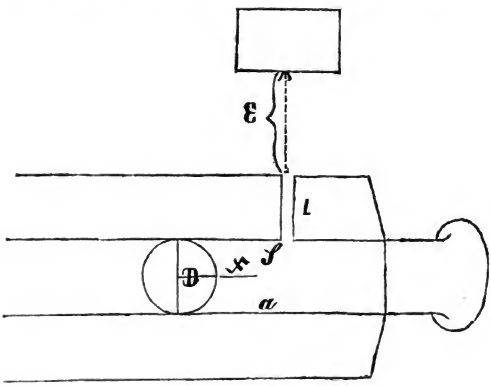
Digitized by Google

X.

Spannung der Pulvergaſe in Geſchützen*).

(Aus dem Nachlaſſe des Majors v. Schirmann, eingeſandt von deſſen Mutter).

Um die Spannung der Pulvergaſe in einem Geſchütz, und zwar an verſchiedenen Stellen deſſelben den gegen die Seelenwände ausgeübten Druck, zu ermitteln, bohre man, wie Oberſt Neumann zuerſt vorgeſchlagen, einen Kanal ſenkrecht auf die Seelenaxe des Geſchützes ſeitwärts in das Rohr in denjenigen Theil des Bodenſtücks, welcher den Ladungsraum bildet. Setzt man voraus, daß die Pulvergaſe in jedem Augenblick nach allen Richtungen hin



*) Dieſer Aufſatz iſt eine Auseinanderſetzung der Theorie, nach welcher der Druck der Pulvergaſe gegen die Wände des Rohrs aus den Geſchwindigkeiten zu berechnen iſt, mit denen, durch die von der Pul-

Digitized by Google

immer einen gleichen Druck ausüben, so wird ein von bekanntem Gewicht beim Abfeuern des Geschützes aus dem Kanal herausgetriebenes Stollengeschoß, dessen erlangte Geschwindigkeit an einem ballistischen Pendel ermittelt wird, uns in Stand setzen, die Geschwindigkeit des Geschosses in verschiedenen Punkten des Rohrs und somit den dort statthabenden Druck gegen die Wände des Geschützes zu berechnen.

Es bezeichne zu dem Ende:

l die Länge des Stollens,

ε die Entfernung des Pendels von der Mündung des Stollens,

c′ die Geschwindigkeit, mit welcher der Cylinder das Pendel trifft,

---

verladung entwickelten Gase, Stahlcylinder von verschiedenem Gewicht aus einem mit der Seele des Geschützes in Verbindung stehenden Schießkanale getrieben werden.

Ein zweiter der Redaktion zugegangener Aufsatz desselben Verfassers ist von ungleich größerem Umfange, als der vorliegende, und trägt die Ueberschrift: „Von den treibenden Kräften". Er besteht in einer durchweg geistvoll gehaltenen Zusammenstellung alles dessen, was vom wissenschaftlichen Standpunkte aus bis zu dem vor wenigen Jahren erfolgten Tode des Verfassers für die Vervollkommnung unsers gewöhnlichen Schießpulvers geschehen ist, und scheint ebenso, wie der hier mitgetheilte, als eine Fortsetzung seines im Jahre 1860 in Berlin erschienenen Werks: „Versuch zu einem System der Artillerie-Wissenschaft" bearbeitet zu sein. Da sein bleibender Werth nicht bezweifelt werden kann, wird seine Mittheilung in der vorliegenden Zeitschrift ebenfalls gerechtfertigt erscheinen.

Der leider viel zu früh gestorbene Major v. Schirmann gehörte zu denjenigen wissenschaftlich gebildeten und strebsamen Offizieren, welche durch ballistische Forschungen der Waffe in ähnlicher Weise zu nützen bemüht waren, wie dies vom italienischen Grafen San Roberto, dem russischen General Mayewski, dem preußischen General Otto, dem französischen Obersten Didion und anderen ausgezeichneten Offizieren geschehen ist. Das Gebiet dieser für die Vervollkommnung unseres Schießens und der dazu gehörigen Erfordernisse durchaus nothwendigen Forschungen ist noch lange kein abgeschlossenes und werden dazu Kenntnisse erforderlich, die bis an die Grenzen des menschlichen Wissens reichen und selbst alsdann noch unzulänglich erscheinen. Das dadurch zu erstrebende Hauptziel bleibt selbstverständlich die Aufklärung der Gesetze, welche für die gedachte Vervollkommnung als maßgebend betrachtet werden müssen.

D. R.

Digitized by Google

c die Geschwindigkeit, mit welcher er die Mündung des Stollens verläßt;
p das Gewicht des Stahlcylinders,
P das Gewicht des Geschosses,
2ω das der Pulverladung,
q den Druck der Pulvergase auf die Grundfläche des Stollengeschosses,
Q denselben auf den größten Querschnitt des Geschützgeschosses,
Δ den Druck einer Atmosphäre auf 1 Quadratzoll,
n den Druck der Pulvergase in Atmosphären,
z den zurückgelegten Weg des Stollengeschosses im Kanal,
x den des Geschosses im Rohre,
t die seit Antritt der Bewegung verflossene Zeit,
v die Geschwindigkeit des Stollengeschosses am Ende der Zeit t,
V die des Geschosses nach t Sekunden,
a die Länge des ursprünglich von der Ladung eingenommenen cylindrischen Raumes,
D den größten Querdurchmesser des Geschosses,
d den Durchmesser der Grundfläche des Stahlcylinders.
e die Grundzahl der natürlichen Logarithmen,
$\pi = 3{,}1415 \ldots$

Ist das Gewicht des Stollengeschosses festgesetzt, so erhält man sogleich nach Thl. I. Ballistik S. 66 (5) und S. 71 (C):

$$c' = 2 \cdot \frac{M}{m} \cdot \frac{r}{\varrho} \sin \frac{a}{2}\sqrt{gL} \Big\} \ldots . (1)$$

und $c = c' \cdot e^{kx}$

wo die Buchstaben M, m, r ꝛc. die dort angegebene Bedeutung haben.

Bei der Schnelligkeit, mit welcher die Verbrennung einer Pulverladung unter den hier in Betracht kommenden Verhältnissen stattfindet, kann man annehmen, daß die Dichtigkeit der entwickelten Pulvergase, obwohl von einem Augenblick zum andern verschieden, in dem nämlichen Augenblick doch in allen Theilen des Rohrs hinter dem Geschoß dieselbe ist, und es wird daher der Schwerpunkt der Ladung sich immer in der Mitte des von ihr hinter dem Geschoß eingenommenen Raumes befinden. Hat nun das Geschoß im Rohre den Weg x zurückgelegt, so werden die Gase hinter demselben den Raum $a + x$ einnehmen, und der gemachten Annahme

Digitized by Google

gemäß, sowie eine cylindrische Seele des Geschützes vorausgesetzt, der Schwerpunkt derselben sich in der Entfernung $\frac{a + x}{2}$ vom Seelenboden befinden, also den Weg $\frac{x}{2}$ durchlaufen haben. Da nun das Gewicht der Ladung $2\tilde{\omega}$ beträgt, so ist dies dasselbe, als ob eine Ladung vom Gewicht $\tilde{\omega}$ in derselben Zeit den Weg x durchlaufen habe, und es ist daher nach Verfluß der Zeit t überhaupt das Gewicht $P + \tilde{\omega}$ durch den Raum x geführt worden.

Bezeichnet nun ψ den Druck der Gase in Pfunden auf $1\square''$, so ist

$$\psi = n \cdot \Delta \ldots . \quad (2)$$

und man hat den Druck in Pfunden auf den Stahlcylinder nach der Zeit t

$$\left.\begin{aligned} q &= \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot \psi \cdot \frac{a}{a + x} \\ \text{und auf das Geschoß} \\ Q &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \psi \cdot \frac{a}{a + x} \end{aligned}\right\} \ldots . \quad (3)$$

indem der Querschnitt der Geschosse senkrecht auf die Seelenaxe immer als kreisförmig betrachtet werden kann.

Im nächsten Augenblick dt wirke nun auf das Geschoß die Kraft Φ und auf den Stahlcylinder die Kraft φ, so ist bekanntlich

$$\Phi = \frac{Q}{P + \tilde{\omega}} \cdot g$$

$$\varphi = \frac{q}{p} \cdot g$$

oder für Q und q die entsprechenden Werthe aus (3) gesetzt

$$\left.\begin{aligned} \Phi &= \frac{\pi \cdot D^2 \cdot g}{4\,(P + \tilde{\omega})} \cdot \psi \cdot \frac{a}{a + x} \\ \varphi &= \frac{\pi \cdot d^2 \cdot g}{4\,p} \cdot \psi \cdot \frac{a}{a + x} \end{aligned}\right\} \ldots . \quad (4)$$

Denkt man sich nun, daß der Stahlcylinder im Stollenkanal in den Zeiten t_0, t_1, t_2, t_3 ... ꝛc. jedesmal die Länge l desselben durchlaufen und während denselben Zeiten die Kugel im Geschütz die Wege x_0, x_1, x_2, x_3 ꝛc. zurücklege und am Ende jener Zeiten

Digitized by Google

die Geschwindigkeiten V_0, V_1, V_2, V_3 ... ꝛc. erlange, nimmt man dann die auf einander folgenden Zeiten t_0, t_1, t_2, t_3 ... ꝛc. so nahe aneinanderliegend an, daß während der Zeiten t_0, $t_1 - t_0 = \Delta t_0$, $t_2 - t = \Delta t$, $t_3 - t_2 = \Delta t_2$ ... ꝛc. die wirkenden Kräfte Φ und φ als konstant betrachtet werden können, so gelten sowohl für die Bewegung des Geschosses als der Stahlcylinder die bekannten Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} V &= \Phi t + c \\ s &= \frac{1}{2}\Phi t^2 + ct \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (5)$$

wo Φ den Zuwachs des Geschosses an Geschwindigkeit in einer Sekunde bedeutet, t die verflossene Zeit, V die erlangte Geschwindigkeit, s den zurückgelegten Weg und c die anfängliche Geschwindigkeit des Geschosses.

Während nun das Geschoß die Wege

x_0, $x_1 - x_0 = \Delta x_0$, $x_2 - x = \Delta x$, $x_3 - x_2 = \Delta x_2$ .. u. s. w.

in den Zeiten

$$t_0,\ \Delta t_0,\ \Delta t,\ \Delta t_2 \ldots \text{ ꝛc.}$$

zurücklegt, wirken also auf dasselbe während jener ungemein kleinen Zeittheilchen die konstanten Kräfte Φ_0, Φ_1, Φ_2, Φ_3 ... ꝛc. auf dasselbe, und setzt man der Kürze wegen

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\pi D^2 g}{4P + \tilde{\omega}} = A \\ \text{und} \qquad &\psi \cdot \frac{a}{a + x} = X \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (6)$$

so hat man aus 4

$$\Phi_0 = A \,.\, X_0,\ \Phi_1 = A \,.\, X_1,\ \Phi_2 = A \,.\, X_2 \ldots \text{ u. s. w.}$$

und die Gleichungen (5) zerfallen daher für die Bewegung des Geschosses im Geschütz in die nachstehenden:

$$\left.\begin{aligned} V_0 &= A \,.\, X_0 \,.\, t_0 \\ V_1 &= A \,.\, X_1 \,.\, \Delta t_0 + V_0 \\ V_2 &= A \,.\, X_2 \,.\, \Delta t_1 + V_1 \\ V_3 &= A \,.\, X_3 \,.\, \Delta t_2 + V_2 \\ &\ldots \\ &\text{ꝛc.} \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (7)$$

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} \text{und}\quad x_0 &= \tfrac{1}{2}\, A \,.\, X_0 \,.\, t^2_0 \\ \Delta x_0 &= \tfrac{1}{2}\, A X_1 \,.\, \Delta t^2_0 + V_0 \,.\, \Delta t_0 \\ \Delta x_1 &= \tfrac{1}{2}\, A X_2 \,.\, \Delta t^2_1 + V_1 \,.\, \Delta t_1 \\ \Delta x_2 &= \tfrac{1}{2}\, A X_3 \,.\, \Delta t^2_2 + V_2 \,.\, \Delta t_2 \\ &\ldots \\ &\text{ꝛc.} \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (8)$$

Auf den Stahlcylinder wirken nun in den Zeittheilchen t_0, Δt_0, Δt_1 ... ꝛc. die konstanten Kräfte φ_0, φ_1, φ_2 ꝛc. und man hat ebenfalls aus (4), wenn man

$$\frac{\pi d^2 g}{4} = B \ldots (9)$$

setzt

$$\varphi_0 = \frac{B}{p} \cdot X_0,\ \varphi_1 = \frac{B}{p} \cdot X_1,\ \varphi_2 = \frac{B}{p} \cdot X_2 \ldots . \text{ u. ſ. w.}$$

und denkt man ſich Cylinder von verſchiedenem Gewicht p_0, p_1, p_2, p_3 ꝛc., welche jedesmal in den Zeiten t_0, t_1, t_2, t_3 ꝛc. die ganze Länge des Stollenkanals durchlaufen, ſo hat man für die Bewegung dieſer folgende Relationen:

1) Der Cylinder vom Gewicht p_0 durchläuft in der Zeit t_0 den Weg ζ_0 (= l) und erreiche die Geſchwindigkeit v_0, dann hat auf ihn die konſtante Kraft φ_0 gewirkt und man hat nach (5)

$$v_0 = \frac{B}{p} \cdot X_0 \,.\, t_0$$

$$\zeta_0 = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{B}{p} \,.\, X_0 \,.\, t^2_0$$

2) Auf den Cylinder p_1 wirkt die Kraft φ_0 während der Zeit t_0 und ertheile ihm die Geſchwindigkeit v'_1, nachdem derſelbe den Weg ζ'_1 im Stollenkanal zurückgelegt hat, man hat alſo

$$v'_1 = \frac{B}{p_1} \cdot X_0 \,.\, t_0$$

$$\zeta'_1 = \tfrac{1}{2} \frac{B}{p_1} \cdot X_0 \,.\, t^2_0$$

Während der Zeit Δt_0 wirkt aber noch die Kraft φ_1 und ertheile ihm nach Zurücklegung des Weges $\zeta_0 - \zeta'_1 = \Delta\zeta_1$ die Geſchwindigkeit v_1; man hat alſo noch für ſeine Bewegung die beiden Gleichungen

Digitized by Google

$$v_1 = \frac{B}{p_1} \cdot X_1 \,.\, \Delta t_0 + v'_1$$

$$\Delta \zeta_1 = {}^1/_2 \frac{B}{p_1} \cdot X_1 \,.\, \Delta t^2_0 + \Delta t_0 \,.\, v'_1$$

3) Auf den Cylinder p_2 wirkt während der Zeit t_0 die Kraft φ_0 und ertheile ihm nach Zurücklegung des Weges ζ'_2 die Geschwindigkeit v'_2; es ist also

$$v'_2 = \frac{B}{p_2} \cdot X_0 \,.\, t_0$$

$$\zeta'_2 = {}^1/_2 \frac{B}{p_2} \cdot X_0 \,.\, t^2_0$$

dann wirkt auf ihn während der Zeit Δt_0 noch die Kraft φ_1 ein, und ertheile ihm die Geschwindigkeit v''_2 nachdem derselbe noch den Weg ζ''_2 zurückgelegt und man hat

$$v''_2 = \frac{B}{p_2} \cdot X_1 \,.\, \Delta t_0 + v'_2$$

$$\zeta''_2 = {}^1/_2 \,.\, \frac{B}{p_2} \cdot X_1 \,.\, \Delta t^2_0 + v'_2 \,.\, \Delta t_0$$

endlich wirkt auf ihn während der Zeit $t_2 - t_1 = \Delta t^1$ die Kraft φ_1 und ertheile ihm die Geschwindigkeit v_2 nachdem derselbe noch den Weg $\zeta_0 - (\zeta'_2 + \zeta''_2) = \Delta \zeta_2$ durchlaufen und es ist noch

$$v_2 = \frac{B}{p_2} \cdot X_2 \,.\, \Delta t_1 + v''_2$$

$$? - \Delta \zeta_2 = \frac{B}{p_2} \cdot X_2 \,.\, \Delta t_1{}^2 + v''_2 \,.\, \Delta t_1$$

u. s. w.

Nimmt man daher aus diesen Gleichungen und den (7) und (8) immer die zusammen, welche sich auf demselben Cylinder p beziehen oder was dasselbe ist auf denselben vom Geschoß durchlaufenen Weg x, so erhält man folgende Systeme zusammengehöriger Gleichungen:

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} 1)\ & V_0 = A \,.\, X_0 \,.\, t_0 \\ 2)\ & x_0 = \tfrac{1}{2} \,.\, A \,.\, X_0 \,.\, t^2_0 \\ 3)\ & v_0 = \frac{B}{p_0} \cdot X_0 \,.\, t_0 \\ 4)\ & \zeta_0 = \tfrac{1}{2} \frac{B}{p_0} \cdot X_0 \,.\, t^2_0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \ (10)$$

$$\left.\begin{aligned} & V_1 = A \,.\, X_1 \,.\, \Delta t_0 + V_0 \\ & \Delta x_0 = \tfrac{1}{2} \,.\, AX_1 \,.\, \Delta t^2_0 + V_0 \,\Delta t_0 \\ & v'_1 = \frac{B}{p} \cdot X_0 \,.\, t_0 \\ & \zeta'_1 = \tfrac{1}{2} \frac{B}{p_1} \cdot X_0 \,.\, t^2_0 \\ & v_1 = \frac{B}{p_1} \cdot X_1 \,.\, \Delta t_0 + v'_1 \\ & \Delta \zeta_1 = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{B}{p_1} \cdot X_1 \,.\, \Delta t^2_0 + v'_1 \,.\, \Delta t_0 \\ & \Delta \zeta_1 = \zeta_0 - \zeta'_1 \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \ (11)$$

$$\left.\begin{aligned} & V_2 = A \,.\, X_2 \,.\, \Delta t_1 + V_1 \\ & \Delta x_1 = \tfrac{1}{2} \,.\, A \,.\, X_2 \,.\, \Delta t^2_1 + V_1 \,.\, \Delta t_1 \\ & v'_2 = \frac{B}{p_2} \cdot X_0 \,.\, t_0 \\ & \zeta'_2 = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{B}{p_2} \cdot X_0 \,.\, t^2_0 \\ & v''_2 = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{B}{p_2} \cdot X_1 \,.\, \Delta t_0 + v'_2 \\ & \zeta''_2 = \tfrac{1}{2} \cdot \frac{B}{p_2} \cdot X_1 \,.\, \Delta t^2_0 + v'_2 \,.\, \Delta t_0 \\ & v_2 = \frac{B}{p_2} \cdot X_2 \,.\, \Delta t_1 + v''_2 \\ & \Delta \zeta_2 = \tfrac{1}{2} \frac{B}{p_2} \cdot X_2 \,.\, \Delta t^2_1 + v''_2 \,.\, \Delta t_1 \\ & \Delta \zeta_2 = \zeta_0 - \zeta'_2 - \zeta''_2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \ (12)$$

Digitized by Google

$$
\left.
\begin{aligned}
V_3 &= A \,.\, X_3 \,.\, \Delta t_2 + V_2 \\
\Delta x_2 &= {}^1/_2\, A \,.\, X_3 \,.\, \Delta t^2_2 + V_2 \,.\, \Delta t_2 \\
v'_3 &= \frac{B}{p^3} \cdot X_0 \,.\, t_0 \\
\zeta'_3 &= {}^1/_2 \frac{B}{p_3} \cdot X_0 \,.\, t^2_0 \\
v''_3 &= \frac{B}{p_3} \cdot X_1 \,.\, \Delta t_0 + v'_3 \\
\zeta''_3 &= {}^1/_2 \cdot \frac{B}{p_3} \cdot X_1 \,.\, \Delta t^2_0 + v'_3 \,.\, \Delta t_0 \\
v'''_3 &= \frac{B}{p_3} \cdot X_2 \,.\, \Delta t_1 + v''_3 \\
\zeta'''_3 &= {}^1/_2 \frac{B}{p_3} \cdot X_2 \,.\, \Delta t^2_1 + v''_3 \,.\, \Delta t_1 \\
v_3 &= \frac{B}{p_3} \cdot X_3 \,.\, \Delta t_2 + v'''_3 \\
\Delta \zeta_3 &= {}^1/_2 \frac{B}{p_3} \cdot X_3 \,.\, \Delta t^2_2 + v'''_3 \,.\, \Delta t_2 \\
\Delta \zeta_3 &= \zeta_0 - \zeta_3 - \zeta'_3 - \zeta''_3 - \zeta'''_3
\end{aligned}
\right\} \quad \ldots (13)
$$

u. ſ. w.

In den Gleichungen (10) ſind 6 Unbekannte V_0, x_0, v_0, X_0, p_0 und t_0 vorhanden.

In dem Syſtem 11 finden ſich außer den Vorgenannten X_0 und t_0 noch 9 Unbekannte V_1, Δx_0, v'_1, ζ'_1, v_1, $\Delta \zeta_1$, X_1, p_1, Δt_0.

In dem Syſtem 12 außer X_0, t_0, X_1, Δt_1 noch 11 Unbekannte V_2, Δx_1, v'_2, ζ'_2, v''_2, ζ''_2, v_2, $\Delta \zeta_2$, p_2, X_2, Δt_1

u. ſ. w.

Kann man alſo 2 von ihnen beſtimmen, ſo hat man ſtets ſoviel Gleichungen als Unbekannte, indem die im vorhergehenden Syſtem enthaltenen und in dem nachfolgenden wiederkehrenden Unbekannten nach Auflöſung der Gleichungen des erſteren ebenfalls bekannt ſind. — Nun kann man die Gewichte der Stahlcylinder willkürlich wählen und es iſt das Einfachſte und Natürlichſte dies zu thun, denn alsdann ergiebt der Schießverſuch zu jedem Gewichte p_0, p_1, p_2, p_3 . . ꝛc. ſogleich die zugehörigen Endgeſchwindigkeiten, d. h. die mit denen die Cylinder den Kanal verlaſſen, nämlich $v_0 = c_0$; $v_1 = c_1$, $v_2 = c_2$, $v_3 = c_3$ ꝛc. und alles Uebrige kann ſofort ausgerechnet werden.

Digitized by Google

Die Auflösung der Gleichungen (10) (11) (12) ꝛc. bietet nicht die geringste Schwierigkeit und setzt man aus (6) und (9) die Werthe für A und B, so erhält man schließlich als einfachste und zugleich bequemste Formeln zur wirklichen Ausrechnung:

$$\left.\begin{aligned} X_0 &= 2 \cdot \frac{p_0 \cdot c^2_0}{\pi \cdot d^2 \cdot g \cdot l} \\ X_1 &= 2 \cdot \frac{c^2_1\, p^2_1 - c^2_0\, p^2_0}{\pi\, d^2\, gl\, (p_1 - p_0)} \\ X_2 &= 2 \cdot \frac{c^2_2 \cdot p^2_2 - c^2_1 \cdot p^2_1}{\pi\, d^2\, gl\, (p_2 - p_1)} \\ X_3 &= 2 \cdot \frac{c^2_3 \cdot p^2_3 - c2_2 \cdot p^2_2}{\pi\, d^2\, gl\, (p_3 - p_2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (14)$$

ꝛc.

$$\left.\begin{aligned} t_0 &= \frac{2\,l}{c_0} \\ \Delta t_0 &= 2l \cdot \frac{p_1 - p_0}{p_1\, c_1 + p_0\, c_0} \\ \Delta t_1 &= 2l \cdot \frac{p_2 - p_1}{p_2\, c_2 + p_1\, c_1} \\ \Delta t_2 &= 2l \cdot \frac{p_3 - p_2}{p_3\, c_3 + p_2\, c_2} \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (15)$$

ꝛc.

$$\left.\begin{aligned} x_0 &= \frac{p_0}{P + \tilde{\omega}} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot l \\ x_1 &= \frac{p_1}{P + \tilde{\omega}} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot l \\ x_2 &= \frac{p_2}{P + \tilde{\omega}} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot l \\ x_3 &= \frac{p_3}{P + \tilde{\omega}} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot l \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (16)$$

ꝛc.

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} V_0 &= \frac{p_0}{P+\omega} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot c_0 \\ V_1 &= \frac{p_1}{P+\omega} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot c_1 \\ V_2 &= \frac{p_2}{P+\omega} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot c_2 \\ V_3 &= \frac{p_3}{P+\omega} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot c_3 \end{aligned}\right\} \quad \ldots . \quad (17)$$

ꝛc.

Nach den vom General Neumann angestellten Versuchen hat man

$\log p_0 = 0{,}8807850 - 1$	$\log c_0 = 2{,}83789$	$\log p_0 c_0 = 2{,}7186763$
$p_1 = 0{,}0389022$	$c_1 = 2{,}78953$	$p_1 c_1 = 2{,}8284406$
$p_2 = 0{,}1701913$	$c_2 = 2{,}76800$	$p_2 c_2 = 2{,}9382001$
$p_3 = 0{,}3433121$	$c_3 = 2{,}69244$	$p_3 c_3 = 3{,}0357536$
$p_4 = 0{,}4669417$	$c_4 = 2{,}642958$	$p_4 c_4 = 3{,}1099006$
$p_5 = 0{,}6558968$	$c_5 = 2{,}548475$	$p_5 c_5 = 3{,}2043722$
$p_6 = 0{,}8071798$	$c_6 = 2{,}4559710$	$p_6 c_6 = 3{,}2631508$
$p_7 = 1{,}0819321$	$c_7 = 2{,}2918792$	$p_7 c_7 = 3{,}3738113$
$p_8 = 1{,}2768486$	$c_8 = 2{,}1403823$	$p_8 c_8 = 3{,}4172309$
$p_9 = 1{,}3628339$	$c_9 = 2{,}0785293$	$p_9 c_9 = 3{,}4413682$

$$\frac{p^2 c^2}{x x} - \frac{p^2 c^2}{x+1 \; x+1} = d^2 x$$

gesetzt

$\log p^2_0 c^2_0 = 5{,}4373526$	$N = 273749{,}06$	$d^2_0 = 180068{,}36$
$p^2_1 c^2_1 = 5{,}6568812$	$= 453817{,}42$	$d^2_1 = 298498{,}58$
$p^2_2 c^2_2 = 5{,}8764002$	$= 752318{,}00$	$d^2_2 = 426666{,}20$
$p^2_3 c^2_3 = 6{,}0715072$	$= 1178982{,}2$	$d^2_3 = 479845{,}50$
$p^2_4 c^2_4 = 6{,}2198012$	$= 1658827{,}7$	$d^2_4 = 904147{,}60$
$p^2_5 c^2_5 = 6{,}4087444$	$= 2562975{,}3$	$d^2_5 = 796733{,}30$
$p^2_6 c^2_6 = 6{,}5263016$	$= 3359708{,}6$	$d^2_6 = 2233005{,}40$
$p^2_7 c^2_7 = 6{,}7476226$	$= 559274{,}0$	$d^2_7 = 1237932{,}30$
$p^2_8 c^2_8 = 6{,}8344618$	$= 6830646{,}3$	$d^2_8 = 803077{,}20$
$p^2_9 c^2_9 = 7{,}8827364$	$= 7633723{,}5$	

$\log d^2_0 = 5{,}2554375$ $\qquad$ $\log d^2_5 = 5{,}9013130$

$d^2_1 = 5{,}4749422$ $\qquad$ $d^2_6 = 6{,}3488898$

Digitized by Google

$d^2_2 = 5{,}6300882$ $\quad$ $d^2_7 = 6{,}0926969$
$d^2_3 = 5{,}6811015$ $\quad$ $d^2_8 = 5{,}9057582$
$d^2_4 = 5{,}9562394$

Nun iſt ferner

$\log \pi = 0{,}497499$
$d^2 = 0{,}9247960 - 2$
$g = 1{,}4948500$
$l = 0{,}6232493$
$20 = 1{,}3010300$
$\log v = 2{,}8410752$

$\log (d^2_0 : v) = 2{,}4143623$
$(d^2_1 : v) = 2{,}6338670$
$(d^2_2 : v) = 2{,}7890130$
$(d^2_3 : v) = 2{,}8400263$
$(d^2_4 : v) = 3{,}1151642$
$(d^2_5 : v) = 3{,}6602388$
$(d^2_6 : v) = 3{,}5078146$
$(d^2_7 : v) = 3{,}2516217$
$(d^2_8 : v) = 3{,}0636830$

Setzt man $p_{x+1} - p_x = dx$ ſo iſt:

$d_0 = 0{,}33376$	$\log = 0{,}5234343 - 1$	$\log X_1 = 2{,}8909280$	$N = 777{,}9$
$d_1 = 038605$	$= 0{,}5866436 - 1$	$X_2 = 3{,}0472234$	$N = 1115{,}9$
$d_2 = 0{,}72475$	$= 0{,}8601882 - 1$	$X_3 = 2{,}9288248$	$N = 848{,}8$
$d_3 = 072602$	$= 0{,}8609486 - 1$	$X_4 = 2{,}9790777$	$N = 952{,}9$
$d_4 = 1{,}59742$	$= 0{,}2034191$	$X_5 = 2{,}9117451$	$N = 816{,}1$
$d_5 = 1{,}88680$	$= 0{,}2757259$	$X_6 = 2{,}7845129$	$N = 608{,}9$
$d_6 = 5{,}65150$	$= 0{,}7520869$	$X_7 = 2{,}7557277$	$N = 569{,}8$
$d_7 = 6{,}85059$	$= 0{,}8357280$	$X_8 = 2{,}4158937$	$N = 260{,}6$
$d_8 = 4{,}14181$	$= 0{,}6171902$	$X_9 = 2{,}4464928$	$N = 279{,}6$

Digitized by Google

XI.

Literatur.

Geschichtliche Darstellung der Panzerungen und Eisenkonstruktionen für Befestigungen überhaupt, mit Angabe der vorzüglichsten Daten aus den bezüglichen Schießversuchen und den Schiffspanzerungen von Frhr. von Aicha, Hauptmann im Geniestabe. Wien; 1873. Seidel und Sohn. 2 Thlr. 24 Sgr.

Wir finden in dem vorliegenden Werke eine Zusammenstellung aller derjenigen Veröffentlichungen, welche seit einer Reihe von Jahren über Panzerungen, die bezüglichen Eisenkonstruktionen und damit angestellten Versuche bekannt geworden sind. Wenn auch die späteren Versuche das Interesse an den vorhergehenden in den Hintergrund gedrängt haben, so ist es doch sehr dankenswerth, hier eine allgemeine Uebersicht des Beginns und der Fortschritte in diesem Zweige der Kriegswissenschaft nach authentischen Quellen fleißig zusammengestellt zu finden, welche das mühsame Nachschlagen in so vielen verschiedenen Zeitschriften erspart und das Studium dieser dem Offizier nun einmal unentbehrlich gewordenen Branche der Technik erleichtert.

Nach einer historischen Einleitung über Panzerungen und Zurückgehen auf die Anfänge derselben, welche nur in ihren Hauptzügen dargestellt sind, folgen die unser Interesse näher in Anspruch nehmenden neueren Schießversuche in ausführlicherer Darstellung nach Jahrgängen geordnet.

Es werden uns vorgeführt: die Entwickelung der Geschützsysteme bei den verschiedenen europäischen Großmächten, das allmälige Wachsthum der Dicke der Panzerplatten, die dagegen angestellten Schießversuche, die immer steigende Schwere der Kaliber und Vermehrung der Pulverladung u. s. w. Noch bis heute hat dieser den Ehrgeiz aller Konstruktoren wachrufende Wettkampf in Herstellung stärkerer Platten, worauf immer wieder eine Vergrößerung der Kaliber und der Ladung gefolgt ist, nicht sein Ende erreicht, und sind es namentlich die Marine-Geschütze, welche nicht so an die Beweg-

Digitized by Google

lichkeit gebunden, nur allein in dem Kostenpunkte schließlich eine Grenze weiterer Vergrößerungs-Projekte finden werden.

Es werden uns alle die Angaben, welche wir seiner Zeit in Fach-Journalen gelesen, hier im Zusammenhange ins Gedächtniß zurückgerufen und da Verfasser alle wichtigeren Versuche der Großmächte in ihren Hauptresultaten an uns vorüberführt, so wird diese für den strebsamen Offizier unentbehrliche Kenntniß des Herganges der Fortschritte in der Panzerung, dem Gedächtnisse leicht eingeprägt.

Im Interesse des leichten Nachschlagens wäre es sehr erwünscht, wenn oben über jeder Seite der behandelte Jahrgang, Ort des Versuchs, angedeutet wäre, wodurch die Uebersicht erleichtert und manches zeitraubende Blättern erspart würde.

Strategie und Taktik der neuesten Zeit von W. Rüstow. Zürich; 1872. Schultheß. In Lieferungen à 22½ Sgr.

Die uns vorliegende „Strategie und Taktik der neuesten Zeit", soll eine Ergänzung zu des Herrn Verfassers strategischen und taktischen Schriften sein und zum Selbststudium und Unterricht an Militairschulen dienen. Das Werk erscheint in Lieferungen von 8—12 Druckbogen mit Plänen und Croquis und soll das Ganze voraussichtlich drei Bände umfassen. Bis jetzt sind drei Lieferungen erschienen, welche den ersten Band bilden. Der Herr Verfasser will darin eine Reihe von Ereignissen besprechen, welche der neuesten Kriegsgeschichte angehören, die Aufmerksamkeit der Welt im Allgemeinen, der denkenden Soldaten insbesondere, auf sich gezogen haben und daher vorzugsweise geeignet erscheinen, die Frage zu erörtern: „welche nothwendigen, naturgemäßen Veränderungen in der neuesten Kriegführung gegen früher vor sich gegangen sind."

Die anzustellenden Betrachtungen sollen sich nur auf glaubwürdige Thatsachen basiren, welche von beiden Seiten anerkannt und wo möglich offiziell dargestellt sind; da diese Bedingung jedoch nur bis zu dem Kriege von 1866 (diesen eingeschlossen) erfüllt ist, so werden sich die ersten Hefte auch nur mit den Ereignissen dieses Krieges beschäftigen, während der zweite Band den deutsch-französischen Krieg von 1870/71, demnach die Strategie und Taktik der allerneuesten Zeit behandeln soll.

Digitized by Google

Der erste Band beginnt, unter der Ueberschrift:

„Zur Lehre von den großen Operationen"

mit den Operationen in Böhmen, Ende Juni und Anfangs Juli 1866 bis zur Schlacht von Königgrätz.

Er giebt zuerst eine objektiv gehaltene Darstellung der den Krieg veranlassenden politischen Verhältnisse, bespricht die Staatskräfte der kriegführenden Parteien und gelangt in letzterer Hinsicht zu dem Schlusse, daß Oesterreich an Größe des Gebiets und Einwohnerzahl doppelt so große Kraft besaß als Preußen und ihm die entschiedene Ueberlegenheit zugesprochen werden müßte, wenn die militairische Organisation und allgemeine Verwaltungsorganisation in beiden Ländern die gleiche gewesen wäre. In der darauf folgenden Vergleichung der beiderseitigen Armeen kommt der Passus vor: „Das österreichische Infanterie-Gewehr war in allen Punkten dem preußischen überlegen, nur nicht in dem einen, der Rapidität des Feuers.

Indem wir diesen Ausspruch, als nicht zu unserm speziellen Ressort gehörend, hier übergehen, müssen wir auf den folgenden:

„die österreichische Artillerie war besser als die preußische und zahlreicher"

etwas näher eingehen.

So allgemein gehalten dieser Ausspruch nun auch ist, und so verschiedene Deutungen man ihm geben könnte, so ist doch nicht anzunehmen, daß damit etwas anderes als die spezifische Beschaffenheit der Waffe, d. h. die Einrichtung, Ausrüstung und Wirkung der Geschütze gemeint sein sollte.

Vergleicht man die preußischen und österreichischen Artilleriekräfte der beiderseitigen Armeen in Böhmen (wobei man das I. preußische Reserve-Korps außer Betracht lassen muß) so führte Preußen bei seinen drei Armeen (der I. II. und Elb-Armee) 504 gezogene und 288 glatte, in Summa 792 Geschütze, die österreichische Nordarmee dagegen, ohne das sächsische Armee-Korps 752 und rechnet man die 24 gezogenen sächsischen hinzu, überhaupt 776 Geschütze. Da Preußen 254,300, Oesterreich 271,000 Kombattanten hatte, so würden, wenn man die bloßen Zahlen im Auge hat, die Artilleriekräfte beider Armeen noch gleich gewesen sein, nun aber waren die österreichisch-sächsischen Geschütze durchweg gezogene, die preußischen nur zum Theil, denn es befanden sich noch über 1/3 glatte darunter.

Digitized by Google

Unzweifelhaft besaß der kurze 12Pfünder enorme Vorzüge vor allen andern glatten Kanonen, aber er war außer Stande, mit einem gezogenen Geschütze zu konkurriren, welcher Konstruktion dies auch immer sein mochte.

Da man in den Schlachten dieses Krieges, in welchen der Artilleriekampf große Dimensionen hatte, meistentheils auf Entfernungen von 2500 bis 4000 Schritt schoß, wo das glatte Geschütz nicht mehr wirksam sein konnte, so lag hierin allerdings ein ungeheures Mißverhältniß der Kräfte, denn die preußischen gezogenen Geschütze verhielten sich zu den österreichisch-sächsischen wie 504 : 776 oder nahehin wie 2 : 3 und die preußische Artillerie mußte aus diesem Grunde in allen Gefechten gegen eine größere Zahl von Geschützen kämpfen.

Dazu kam, daß die anerkannt vortreffliche österreichische und sächsische Artillerie den der Defensive überhaupt innewohnenden Vortheil der größeren Geschütz-Wirkung sehr geschickt auszunutzen wußten und aus einer Reihe günstiger Aufstellungen schon den ersten Anmarsch des Gegners beschossen, dessen Batterien, wie bei Königgrätz, einzeln eintrafen, im Feuer auffahren und bedeutende Terrainhinderniße überschreiten mußten, ohne hinreichenden Raum zu geeigneten Stellungen vorzufinden.

Wenn wir somit die aus einer größeren Zahl gezogener Geschütze und aus allgemeinen defensiven Verhältnissen resultirende Ueberlegenheit der österreichischen Artillerie nicht in Abrede stellen, so können wir eine solche, hinsichtlich der spezifischen Beschaffenheit nur für die glatten, keineswegs aber für die gezogenen preußischen Geschütze zugeben, wofür der im Jahre 1867 auf Befehl der höheren Behörden Seitens der Artillerie-Prüfungs-Kommission auf dem Tegeler Schießplatze zur Ausführung gelangte Vergleichsversuch den vollgültigsten Beweis liefert.

Dieser Versuch stellt die größere Leistungsfähigkeit der preußischen Geschütze außer allen Zweifel. Der preußische Sechspfünder (9 Cm.) mit dem österreichischen 8Pfünder vergleichen, ergab größere absolute wie relative Trefffähigkeit, größere Rasanz der Bahnen von 1000 Schritt ab, größere lebendige Kraft der Granate und sicheres und rechtzeitigeres Funktioniren des Zünders. Er vermochte in den meisten Beziehungen weit höheren Anforderungen an seine Leistungen zu genügen als der 8Pfünder und wurde durch diesen, trotz des größeren Kalibers des letzteren, in keiner wesent-

Digitized by Google

lichen Hinsicht irgendwie in den Schatten gestellt. Alles in Allem war er in seiner Wirkung dem 8Pfünder unstreitig überlegen.

Analog diesen Ergebnissen verhielt sich der preußische 4Pfünder (8 Cm.) dem österreichischen gegenüber.

Den Grund dieser Ueberlegenheit brauchen wir kaum anzudeuten. Er liegt in der Verschiedenheit der Vorder- und Hinterladungssysteme, wobei nicht vergessen werden darf, daß der österreichischen 8Pfünder vor allen anderen gezogenen Feldgeschützen des Vorderladungssystems ohne Zweifel den Vorrang behauptet.

Man kann also nur sagen, die österreichische Artillerie war zahlreicher, nicht aber besser als die preußische, insofern man die glatten Röhre ganz aus dem Spiel läßt.

Die fremden Hülfsmittel beider Parteien, der Zuwachs an Kräften, welchen Oesterreich durch die süddeutschen, Preußen durch die kleineren norddeutschen Staaten und das italienische Bündniß gewann, werden sehr eingehend besprochen.

Daß der an sich sehr bedeutende Kraftzuwachs, welchen Oesterreich erzielte, den man aber vor dem Kriege viel zu hoch taxirte, durch seine ursprüngliche Gruppirung und Zersplitterung sowie durch den verabredeten Operationsplan an Werth verlor, ist richtig. Da ein Heranziehen der ganzen süddeutschen Armeen nach Böhmen nicht zu erreichen war, so war verabredet, daß die Deckung der Gebiete der verschiedenen Kriegsherren mit möglichster Vereinigung der Streitkräfte, behufs Erreichung des Hauptzwecks verbunden werden sollte. Indem Verfasser sich über die hieraus hervorgehenden strategischen Unzuträglichkeiten äußert, ist er der Meinung, daß Oesterreich nur durch eine frische Offensive seine Verbündeten in seine Gewalt hätte bringen können. Es ist aber bekannt, daß die verfügbare österreichische Macht, die Sachsen eingerechnet, dem Gegner zwar ziemlich gleich, aber Mitte Juni noch nicht völlig operationsbereit war, weil die Intendanz noch vieles nachzuholen hatte, abgesehen davon, daß die Offensive nicht in der Absicht der Oesterreicher lag. Ueberdem brachte Oesterreich auch seinen Verbündeten keine anderen Opfer, als daß es die aus Bundesfestungs-Besatzungen formirte Brigade Hahn dem 8. Bundes-Korps bewilligte, während es die Brigade Kalik, die eine augenblickliche Hülfe für Hannover und vielleicht für Kurhessen hätte werden können, sowie überhaupt Alles was an Streitkräften irgend aufzutreiben war, zur Nordarmee heranzog.

Digitized by Google

Die Konzentration der Armeen, ihre Stärke, ihr Aufmarsch, ihre Bewegungen und die beiderseitigen Operationen sind recht gut geschildert. Die Darstellung ist lebhaft und sachgemäß und gewinnt dadurch sehr an Uebersichtlichkeit, daß die Unternehmungen beider Parteien immer nebeneinander gestellt sind, so daß der Leser die in gleiche Zeitperioden fallenden Operationen auch immer gleichzeitig entrollt sieht, ein Vortheil, den einseitige Darstellungen nicht gewähren.

Das dem ersten Hefte beigegebene Uebersichtsblatt ist recht mangelhaft, da nicht allein viele im Text genannte Orte, sondern auch selbst Eisenbahnen, wie die Gebirgsbahn Hirschberg-Altwasser darauf fehlen.

Bei der Besprechung der österreichischen Operationen sucht Verfasser die Meinung geltend zu machen, daß sich Feldzeugmeister Benedek am 28. Juni Morgens in der Lage befinden konnte, die Armee des Kronprinzen mit Uebermacht anzugreifen, jedoch an seiner früheren Absicht festgehalten habe, sich zuerst auf die II. Armee an der Iser zu werfen und daß ihn dazu seine Ansicht von der Persönlichkeit der Kommandirenden bestimmt habe. (S. 99). Wir müssen es für ganz unglaublich halten, daß dergleichen Motive auf die Handlungsweise des österreichischen Oberfeldherrn bestimmend eingewirkt haben sollten, wenn er seine Hauptmacht nicht zuerst gegen die I. Armee verwendete; sind vielmehr weit eher geneigt, die Erfolglosigkeit der österreichischen Operationen in den schwankenden Entschlüssen des österreichischen Hauptquartiers, den festen, bestimmten und energischen Handlungen der preußischen Armeeleitung gegenüber, zu suchen, worüber der Verfasser selbst Folgendes sagt:

„Das preußische Hauptquartier giebt den Kommandanten der beiden Armeen, dem Prinzen Friedrich Karl und dem Kronprinzen nur das allgemeine Ziel: Vereinigung in der Richtung auf Gitschin; daß der Punkt Gitschin nur ganz allgemein gegeben sei, wird besonders bemerkt.

Die Wahl der speziellen Mittel und Wege zum Ziel wird den beiden Armee-Kommandanten vollkommen überlassen. Dagegen diktirt Benedek dem Kronprinzen von Sachsen, dem Befehlshaber seiner Nebenarmee, statt ihm das allgemeine Ziel hinzustellen, spezielle Befehle.

Sobald einmal die Operationen eröffnet sind, erfolgen auf preußischer Seite keine abändernden Befehle mehr,

Digitized by Google

der einmal angegebene Gang der Dinge wird aufrecht erhalten und jeder neue Befehl paßt in ihn hinein, bestimmt nur innerhalb der Schranken das Allgemeine, im Voraus Gegebene.

Auf österreichischer Seite dagegen jagt ein ändernder Befehl den andern, mehrmals wird eine Disposition, wenn sie noch kaum expedirt ist, schon verändert. Es entsteht Konfusion und es ist denjenigen, welche die Befehle erhalten, kaum möglich, irgend etwas davon festzuhalten, irgend ein Prinzip darin zu erkennen.

Die Bemerkungen des Verfassers über die Zweckmäßigkeit, resp. Unzweckmäßigkeit der ausgeführten Operationen, die allgemeinen Betrachtungen über die Benutzung der Eisenbahnen und deren Nutzen für die kriegführenden Parteien, ebenso der Telegraphen, sind so sachgemäß als interessant; der Aufmarsch der österreichischen und den Anmarsch der preußischen Armeen zur Schlacht von Königgrätz und der Verlauf der Schlacht selbst werden sehr übersichtlich dargestellt. Auf die Betrachtung der Verlustlisten beider Gegner geht Verfasser sehr detaillirt ein.

Die ganze österreichische Armee zählte an dem Tage von Königgrätz, einschließlich der Artilleristen, 215,134 Mann. Sie verlor 42,812 Mann, wobei 1313 Offiziere, also nahe 20 Prozent, oder wenn man die Thätigkeit des Heeres auf 10 Stunden vertheilt, in der Stunde nahezu 2 Prozent.

Die Preußen verloren im Ganzen 5,5 Prozent, d. h. auf die Stunde der Thätigkeit 0,55 Prozent.

Rechnet man vom Verlust der Oesterreicher auch die „unverwundet Gefangenen" ganz ab, so bleibt derselbe immer noch auf der Höhe von 14 Prozent.

Diese ungeheure Differenz in den Verlusten glaubt Verfasser nicht vollkommen aus dem Unterschied der Bewaffnung erklären zu können, so überlegen das Zündnadelgewehr dem österreichischen Infanteriegewehr unzweifelhaft auch war, will vielmehr und wir glauben mit Recht, einen großen Theil der Schuld dieser bedeutenden unverhältnißmäßigen Verluste der Oesterreicher auf Rechnung ihres Auftretens im Gefecht, des allzugroßen Zusammendrängens der Massen im Einzelnen, wie im Allgemeinen — der Anwendung der sogenannten Stoßtaktik und des Verzweifelten in den im letzten Moment unternommenen Angriffen schreiben; wäh-

Digitized by Google

rend die in der eigentlichen Aktion befindlichen preußischen Truppen durchweg in Tirailleurlinien auftraten, deren einzelne Glieder sich sorgfältig deckten, so wie auch die in geschlossenen Haufen zusammengehaltenen preußischen Truppen stets von ihren Führern, soweit die Rücksicht auf die Wirkung es gestattete, gedeckt aufgestellt wurden. Sehr unerwartet kommt Verfasser bei dieser Gelegenheit auf die Schriften Arkolay's zu sprechen und versucht eine unserer Ansicht nach wenig gelungene Vertheidigung dieses Schriftstellers, welcher die gezogenen Geschütze ungerechterweise herabsetzte und die Rückkehr zu den glatten empfahl, eine Sache die in den Augen eines jeden sachverständigen Militairs eine verlorene und ganz unmögliche war. Nicht minder können wir, im Interesse der Schrift selbst, nur bedauern, daß die Seite 252—253 an die sogenannten Arkolay'schen Goldkörner geknüpften Betrachtungen in ein sonst recht objektiv gehaltenes Werk Aufnahme gefunden haben.

In der III. Abtheilung „Zur Lehre vom Gefecht" — werden Theilgefechte aus der Schlacht von Königgrätz, zuerst der heldenmüthige Kampf der 7. preuß. Division, um den Swiepwald, dann der Kampf um die Stellung Problus-Przim sehr detaillirt geschildert.

Nicht mit Unrecht spricht sich der Verfasser gegen die Nutzlosigkeit und Schädlichkeit der Artilleriekämpfe auf übergroße Entfernungen aus.

Beim Vorgehen der Avantgarde der Division Fransecky stellten sich deren beide 4Pfünder-Batterien am Wege von Hniewczowes auf und feuerten theils in die rechte Flanke der österreichischen Batterien am Skalkawalde, die schon gegen die 8. preußische Division im Gefecht waren — allerdings auf die horrible Entfernung von 4000 Schritt — theils auch wenige Schüsse auf Benatek.

Im Gefecht der Elbarmee gegen den österreichischen linken Flügel (das sächsische und österreichische 8. Armee-Korps) war die preußische Artilleriestellung zwischen Lubno und Hradek von der sächsisch-österreichischen bei Problus — Nieder-Przim über 4000 Schritt entfernt. Die bald nach 1 Uhr dort vereinigten 66 preußischen Geschütze konnten gegen die Stellung Problus-Przim der großen Entfernung wegen nicht viel thun und am allerwenigsten nützlich in das Gefecht eingreifen, welches sich nach 1 Uhr am nördlichen Rande des Waldes von Ober-Przim entspann; dagegen wirkten diese Batterien vorzüglich, als sie von der Höhe von Lubno bis an den Jehlitzer Wiesengrund vorgingen und nun bald nach

Digitized by Google

2 Uhr die Stellung Problus-Przim auf eine Entfernung von 2000 Schritt auf das heftigste beschossen und gewiß nicht wenig zum Gelingen des Angriffs der 14. Division auf Problus beitrugen. Dafür daß sie erst sehr spät in diese Stellung gelangten, konnten sie nichts, das lag in den allgemeinen Anordnungen.

Abgesehen von denjenigen Fällen, wo das Terrain der angreifenden Artillerie eine größere Annäherung nicht gestattete, mögen wohl die bis auf 5000 Schritt berechneten Schußtafeln mitunter zu den häufig gewählten Entfernungen beigetragen haben. Glänzende Scheibenwirkung und rein theoretisch-artilleristische Abstraktionen hatten einen Irrthum erzeugt, welcher in vielen Fällen zu einer Ferntaktik der gezogenen Geschütze führte, die eine fehlerhafte war, weil, ganz abgesehen von einer höchst mangelhaften, meist zufälligen Wirkung, die Artillerie die Fühlung an die Infanterie verlor und die Mitwirkung im entscheidenden Augenblicke aufgab; wogegen das verspätete Auftreten größerer Massen und die damit zusammenhängende ungenügende Vorbereitung des Infanterie-Angriffs der Artillerie nicht beigemessen werden kann, da der Grund davon in einer unrichtigen Marschordnung lag, welche die Artillerie an die Queue der Kolonnen verwies und diese Waffe zwang, mit Aufbietung aller Kräfte an die Tête der Kolonnen zu gelangen, wodurch sehr nachtheilige Zeitverluste entstanden.

Dieser Krieg war eine Lehrzeit für die gezogene Feldartillerie, doch mit so gutem Erfolge, daß sie ihre Fehler im Kriege von 1870 nicht wiederholte, vielmehr in ihrer Verwendung im Gefecht und Einfügung in das Ganze, großartige Fortschritte machte.

Die reichhaltigen Bemerkungen des Verfassers über Waldgefechte, Stellungen und Gefechtsverhältnisse der anderen Truppen, sowie die detaillirte Beschreibung des Treffens von Kissingen, können unsere Ansicht, daß der erste Theil des uns vorliegenden Werkes, ebenso interessant als belehrend ist, nur bestätigen.

Nur eine Bemerkung wollen wir uns noch gestatten.

Wenn der Verfasser (S. 449) in Bezug auf das zuletzt genannte Treffen sagt:

> „Artillerie kämpfte hauptsächlich gegen Artillerie. Im Allgemeinen will man dies nicht gern haben. Doch glauben wir, daß bei Eröffnung eines Offensivgefechts das Gefecht der Artillerie des Angreifers gegen die Artillerie des Gegners das vollständig richtige ist. Der Angreifer

Digitized by Google

> muß bestrebt sein, zunächst von der feindlichen Artillerie soviel als möglich Geschütze außer Gefecht zu setzen, damit diese nicht später den Angriffskolonnen die höchsten Nachtheile bereiten."

und weiter:

> „Seit sich die Systeme der Infanteriegewehre wieder ausgleichen, wird es bei der Eröffnung des Kampfes stets heißen: Artillerie vor! Die Artillerie wird nothwendig, wie das während der großen Kämpfe des 18. Jahrhunderts und der napoleonischen Periode im Anfange unseres Jahrhunderts der Fall war, die Hauptaktion der Infanterie vorbereiten müssen, und mehr als früher wird es — für die Marschordnungen — nothwendig sein, daß man recht viel Artillerie an der Spitze habe."

so müssen wir ihm hierin vollkommen beistimmen und noch hinzufügen, daß die Artillerie des Angreifers ihre erste Aufgabe, die Artillerie des Vertheidigers zu vertreiben und den Infanterie-Angriff genügend vorzubereiten, nur dann wird erfüllen können, wenn sie schon bei der Eröffnung des Gefechts der Avantgarde mit möglichst großen Kräften, mit einer der Artillerie des Vertheidigers überlegenen Geschützzahl auftritt, vor Allem aber zu große Schußdistancen vermeidet und gleich von Hause aus auf die mittleren Granatentfernungen vorgeht und Distanzen wählt, auf welchen noch ein wirkliches Demontiren der feindlichen Geschütze möglich ist, mithin das Gefecht nicht über 2000 Schritt entrirt.

Wenn dagegen der Verfasser der Artillerie des Vertheidigers wesentlich dieselbe Regel giebt, die Artillerie des Angreifers zu bekämpfen, indem er sagt:

> „Die Artillerie desjenigen Theils, welcher die Rolle des Vertheidigers übernommen hat, muß gleichfalls suchen, zunächst der Artillerie des Angreifers wesentlich Abbruch zu thun, damit diese eben nicht vollständig fähig sei, in das nachfolgende Gefecht, in welchem die Infanterie die Hauptrolle spielen wird, kräftig einzugreifen."

so sind wir doch nicht ganz seiner Meinung, vielmehr der Ansicht, daß das Verhalten der Artillerie in der Defensive sich wesentlich von demjenigen der Artillerie in der Offensive unterscheiden müsse und daß dafür besonders die gegenseitigen Stärkeverhältnisse maßgebend sein werden, von denen es abhängen wird, ob sie sich mit

Digitized by Google

der Artillerie des Angreifers in einen ernsthaften Geschützkampf einlassen soll oder nicht. Ist, wie es gewöhnlich der Fall sein wird, die Artillerie des Vertheidigers der des Angreifers gegenüber an Kräften untergeordnet, so kann es nicht ihre Aufgabe sein, die letztere ernstlich zu bekämpfen, sie muß dann vielmehr ihre Kräfte aufsparen, um die Infanterie des Angreifers in den entscheidenden Momenten des Gefechts in ein vernichtendes Feuer nehmen zu können. — So lange der Angreifer noch entfernt ist, sucht sie das Vorschreiten seiner anrückenden Kolonnen und deren Debouchiren aus Defileen zu erschweren und beginnt ihr Feuer dazu, sobald sie sich einigen Erfolg davon versprechen kann, was schon auf 3000 Schritt der Fall sein wird, denn in Position stehende Artillerie kann ihr Feuer früher eröffnen als offensiv vorgehende, weil ihr in den meisten Fällen die wichtigsten Schußentfernungen bekannt sein werden. — Entwickelt sich dann die Artillerie des Angreifers, so muß die Artillerie des Vertheidigers bestrebt sein, sie so entfernt wie möglich zu halten, sie wo möglich in einen nichts entscheidenden Fernkampf zu verwickeln und darin festzuhalten. Läßt die Artillerie des Angreifers sich aber klugerweise nicht darauf ein, kommen seine Batterien näher heran und erreichen sie die mittleren Granatentfernungen wo der Kampf ernsthaft wird, und es sich nicht mehr um ein zufälliges Treffen, sondern um das absichtliche Demontiren einzelner auf's Korn genommenen Geschütze handelt, so hat sie nicht die Aufgabe, den Kampf fortzusetzen und sich von dem stärkeren Gegner vernichten zu lassen, sondern muß in gedeckte Stellungen zurückgehen, um aus diesen plötzlich hervorzubrechen, wenn die Angriffskolonnen des Gegners zum entscheidenden Angriffe vorrücken.

Diese letzteren müssen nämlich immer das Hauptziel der Artillerie des Vertheidigers sein und um so lebhafter beschossen werden, je näher sie herankommen.

Hat die Artillerie des Angreifers ihre Ueberlegenheit in entschiedener Weise dokumentirt, so wird sie dann nur noch in günstigen Momenten lebhaft beschossen, wenn sich durch die Konzentration des Feuers mehrerer Batterien gegen eine einzelne Batterie oder durch Flankenfeuer gegen eine stehende Artillerielinie ein reeller Vortheil erreichen läßt. —

Digitized by Google

Die Einmarschkämpfe des deutschen Heeres im August 1870. Taktische Studie von E. Beck, k. k. Rittmeister ꝛc. II. Heft: Die Schlacht von Spicheren. Teschen bei Prochaska. 1873.

Die reiche Literatur dieses Krieges erhält durch die vorliegende Studie einen schätzenswerthen Beitrag.

Fleiß und ernstes Bestreben sich aus den dem Herrn Verfasser zugänglichen Quellen ein richtiges Urtheil zu bilden und eine parteilose Kritik zu üben, sind unverkennbar. Das Werk des Generals Frossard sowie jenes des königl. preuß. Majors v. Schell werden als vorzugsweise benutzte Quellen bezeichnet.

Wie schwierig es ist, ein klares Bild der französischen Gefechtsleitung in dem Kampfe von Forbach-Spichern zu entwerfen, hebt der Herr Verfasser in seiner Schlußbetrachtung selbst hervor.

Die Angaben des Marschalls Bazaine, Generals Frossard, Fay und des Verfassers von „Metz, Campagne et Negociations" widersprechen sich zu sehr und Mißtrauen in die Aechtheit der Quellen selbst zwingt zur größten Zurückhaltung. — Dennoch müssen wir die abgegebenen Urtheile nach beiden Seiten hin meist als zutreffend und wohlwollend bezeichnen, wenngleich wir mit mancher Meinung des Herrn Verfassers, wohin namentlich seine Bemerkung über die Angriffsrichtung der 28. preußischen Infanterie-Brigade gehört, nicht übereinstimmen. Wir glauben, daß es zweckmäßig gewesen sein würde, die Publikation dieser lehrreichen Studie bis zum Erscheinen der offiziellen Darstellung des königl. preuß. Generalstabes aufzuschieben.

Digitized by Google

Inhalt.

		Seite
VII.	Artilleristische Betrachtungen	95
VIII.	Die Artillerie der englischen Marine	121
IX.	Von den treibenden Kräften	126
X.	Spannung der Pulvergase in Geschützen	165
XI.	Literatur	177

Digitized by Google

XII.

Ueber die bequemste Form des Luftwiderstands-Gesetzes *)

von

Martin Prehn,

Feuerwerks-Lieut.

I. Einleitung.

1. Die Lösung der ballistischen Fragen ist durch die Form und Rotation der Geschosse der neuen Geschütze nicht einfacher geworden als früher in Bezug auf die sphärischen Geschosse, aber die Beobachtungsmittel von heute sind vollkommener, und die Trefffähigkeit der Geschütze ist gewachsen, so daß wir jetzt nur mit klarem Blicke in die Thatsachen zu sehen haben, um einen großen Theil derjenigen Schlüsse mit Sicherheit ziehen zu können, welche das Bedürfniß der Praxis von uns fordert. Die gesammte Ballistik früherer Zeit hatte nicht hinreichende Beobachtungsdaten, theils konnte man selbst die Anfangsgeschwindigkeiten nicht messen und an Messen der Endgeschwindigkeiten war nicht einmal zu denken. Man hatte also keinen prüfenden Maßstab für den Grad der Richtigkeit der Rechnungen, so daß die wissenschaftlichen Arbeiten nothwendig auf eine Sammlung von mathematischen Kunststücken hinauslaufen mußten. Erst heute ziehen wir Nutzen aus jenen klassischen Arbeiten, an denen wir vor Allem die Ausdauer zu bewundern haben, mit welcher sie gepflegt worden sind, da sie für das wirkliche Leben keinen handgreiflichen, weil nicht meßbaren Werth hatten.

Diese großen Arbeiten sind merkwürdigerweise nicht der Anfang, sondern sie bezeichnen das Ende einer großen Periode; denn es wird wohl kaum wieder eine Zeit geben, in welcher die Artillerie so große Schätze von mathematischem Wissen wird aufweisen

*) Von der Redaktion des Archivs mit besonderem Interesse gelesen.

Digitized by Google

können, wie es vor uns der Fall war. Die Gründe dafür liegen nahe genug: man will Thatsachen ohne die erschöpfende Arbeit in dem Erforschen der Gründe. In der That hat der Artillerist heute so viel Konkretes zu erlernen, daß die Wissenschaft es aufgeben muß, Allgemeingut sein zu wollen. Aber wenn wir auch beobachten und erleben, so läßt sich die Wissenschaft doch nicht überflüssig machen; es giebt zu Vieles, was das Auge nicht sieht, doch wir haben der Zeit Rechnung zu tragen, indem wir es zu erreichen suchen, dem Artilleristen, welcher rechnen will, die denkbar einfachsten Formen zu bieten. Diese einfachsten Formen sind in der von mir im Jahre 1864 veröffentlichten Ballistik der gezogenen Geschütze gegeben und haben sich bewährt.

Die Grundgleichung der Flugbahnen habe ich damals für eine Abkürzung der allgemeinen auf das quadratische Luftwiderstandsgesetz gegründeten Entwickelung gehalten. Das ist aber nicht ganz richtig; ich werde vielmehr zeigen, daß die geschlossene Form eine reine Folge eines biquadratischen Gesetzes ist. Hieraus darf jedoch nicht gefolgert werden, daß das Widerstandsgesetz wirklich von der vierten Potenz sei; sondern ich werde nachweisen, daß innerhalb der Grenzen, welche unsere Beobachtungsmittel gestatten, es vollkommen gleichwerthig ist, welche Form des Gesetzes der Rechnung zu Grunde gelegt wird, wie schon General Otto in den „Hilfsmitteln für ballistische Rechnungen" angedeutet hat. Man hat eben zu bedenken, daß alle Beobachtungen, wenn sie selbst auch richtig sind, einerseits Mittelzahlen, andererseits die Folgen von nicht absolut erkennbaren oder stetigen Ursachen sind. Wenn z. B. auf 50 M. Entfernung von der Mündung des Geschützes 400 M. Geschwindigkeit und auf 900 M. eine solche von 300 M. gemessen worden wäre, so würde es für die Praxis ganz gleichgültig sein, ob ein anderes Mal die Mittelzahlen 403 resp. 297 gemessen würden, aber das zu erkennende Gesetz kann durch solche Schwankungen sehr empfindlich alterirt werden.

Es wird sich darum zeigen, daß es für die Artillerie ein ganz werthloses Streben ist, hinfort noch näher die Potenz des Luftwiderstandsgesetzes erkennen zu wollen, sondern daß die Aufgabe der Flugbahnlehre darin bestehen wird, sich durch die Aufstellung einfachster Rechnungsformen für die Besprechung praktischer Fragen nützlich zu machen, und aus ihren Rechnungsresultaten Fol-

Digitized by Google

gerungen ableiten zu lassen, welche sich auf die Beurtheilung der Lage der Geschoßaxe zur Richtung des Fluges beziehen.

2. Es ist sowohl durch direkte Beobachtung als durch darauf gestützte Rechnungen wahrscheinlich gemacht, daß es Fälle giebt, in welchen die fortschreitende und die rotirende Bewegung in einem so günstigen Verhältnisse stehen, daß die Geschoßaxe sich jeden Moment in der Tangente der Flugbahn befindet, oder daß es wenigstens sehr nahe der Fall ist. Denn wie will man es auf andere Weise erklären, wenn die aus Versuchen ermittelten Konstanten für alle Entfernungen gleich und außerdem in hohem Grade günstig sind? Es giebt aber auch Fälle, in welchen die Stabilität der Geschoßaxe bestimmt als zu groß oder zu klein zu betrachten ist. Zu den ersteren Erscheinungen möchte ich diejenige rechnen, wo, wie es bei kleinen Geschwindigkeiten der 15 Cm.-Langgranate deutlich sichtbar ist, das Geschoß sich in fortwährenden Schwankungen befindet, je nachdem die Resultante des Luftwiderstandes die Axe bald vor bald hinter dem Schwerpunkte schneidet, und in Folge dessen die Konstanten außerordentlich ungünstig gefunden werden — es ist eben unmöglich, daß ein Geschütz allen verschiedenen Geschwindigkeiten gleichmäßig gut genügen kann.

Zu klein scheint dagegen die Stabilität zu sein, wenn die Konstanten mit den wachsenden Entfernungen günstiger werden, d. h. also wenn es der Geschoßaxe gelingt, bei der Abnahme der translatorischen Geschwindigkeit in jene günstige Beziehung zu der rotirenden Bewegung zu treten, welche sie in naher Berührung mit der Richtung der Bahntangente erhält.

Durch die Beachtung der Rechnungskonstanten ist ferner festzustellen, in welcher Beziehung die Länge des Geschosses zu der Größe dieses Konstanten steht. Dagegen kann ich auf die Form der Spitze vorläufig noch gar keinen Werth legen, weil ihre Einflüsse denen der Axlage gegenüber noch verschwindend erscheinen. Die Beurtheilung der Trägheitsmomente muß unzweifelhaft von hoher Bedeutung sein, aber auf eine Beurtheilung ihres Einflusses können wir uns jetzt noch gar nicht einlassen, da die praktische Geschoßkonstruktion solche Bedingungen zu erfüllen hat, welche das Trägheitsmoment vorläufig außer Acht lassen müssen, wie ja beispielsweise die Frage zwischen dem dicken und dem dünnen Bleimantel bei uns ohne sie entschieden werden mußte.

Digitized by Google

In der angedeuteten Richtung liegen schon allein so viele Aufgaben, deren Resultate nebenher noch durch nicht immer erkennbare Witterungseinflüsse total durcheinander geworfen worden, daß es dringendes Bedürfniß ist, in Bezug auf die Form der Rechnung zu einem Abschlusse zu kommen und in allen Artillerien zu einem gemeinschaftlichen Maßstabe zu gelangen — oder die Ballistik mag überhaupt den Anspruch aufgeben, Einfluß auf die praktische Ausbildung der Waffen zu üben. Es würde aber auch wenig Erfahrung verrathen, wollte man sich einbilden, durch besondere Versuche in kurzer Zeit die Geheimnisse der Ballistik ergründen zu können. Es wird überhaupt geschossen, und die Ballistik hat jeden der vielen tausend Versuchsschüsse für sich auf seine Geeignetheit zu prüfen und auszunutzen.

Wiederholt ist versucht worden, auf Grund einer geringen Zahl von Daten die Frage nach dem Luftwiderstandsgesetze in einer bestimmten Richtung zum Abschlusse zu bringen. Diese Arbeit beabsichtigt auch einen solchen Abschluß; nur werde ich nicht sagen, man müsse die 2., 3. oder 4. oder eine höhere Potenz wählen, sondern ich glaube, daß es mir gelingen werde zu zeigen: man dürfe diejenige Potenz wählen, welche die bequemsten Rechnungsformen giebt. Würde man dem praktischen Rechner Formen zeigen können, welche leichter zu handhaben sind, so würde ich sicher zu den Ersten gehören, welche sie mit den Erscheinungen vergleichen würden. Die Versuche, welche von 1865—1870 von der englischen Artillerie für die Ballistik ausgeführt sind, haben großen Werth, aber daß aus ihnen nothwendig das kubische Widerstandsgesetz folgen müßte, scheint mir Uebereilung zu sein. Ebenso kann ich in den Erscheinungen nicht die Nothwendigkeit erkennen, für verschiedene Geschwindigkeiten verschiedene Gesetze einzuführen.

3. Es wird mir wohl auch gelingen, nachzuweisen, daß die Flugbahngleichung

$$y = x \operatorname{tang} \alpha - \frac{g x^2}{2 c^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g x^3}{2 . 3 c^2 k \cos^3 \alpha} \quad \ldots \quad (1)$$

durch reine Integration einer rationellen Ansatzgleichung herzuleiten ist; aber ich werde auch jetzt gleich auf den Vorwurf hinweisen, welcher darin liegt, daß die durch diese Gleichung dargestellte Bahn keine Asymptote hat, da für $y = -\infty$ auch $x = \infty$ sein muß. Zunächst ist zu konstatiren, daß diese Gleichung für

Digitized by Google

die Praxis nach allen Seiten genügt, und daß für den Bedarf man sich mit $y = +y$ bis $y = 0$ begnügen lassen muß, da wir ja die Ordinate $-\infty$ aus dem Grunde nicht erreichen können, weil unsere Geschosse sich nicht von der Erde entfernen, ohne höchstens wieder auf sie zu fallen.

Im Verlaufe dieser Arbeit werde ich die Größe k ersetzen durch $\frac{a}{c^2}$ und die Gleichung wird dann die Form annehmen

$$y = x \text{ tang } \alpha - \frac{g x^2}{2 c^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g x^3}{2 . 3 . a \cos^3 \alpha}$$

wodurch also das dritte Glied, welches die Abweichung von der Parabel ausdrückt, als nicht abhängig von der Geschwindigkeit erscheint, sondern, da a durch die sogen. Belastung des Querschnittes verändert wird, nur abhängig von dem Geschosse, der Entfernung und der Elevation.

In Traité de Balistique expérimentale par Hélie — Paris 1865 theilt der Verfasser Seite 253 mit, daß schon 1848 der damalige Marine-Artillerie-Lieutenant M. Piton-Bressant gezeigt habe, daß man bis 10 Grad Elevation die dreigliedrige Formel

$$y = x \text{ tang } \alpha - \frac{g x^2}{2 \cos^2 \alpha} \left(\frac{1}{c^2} + K x \right) \ldots (2)$$

anwenden dürfe. Meine Formel hat eine ähnliche Gestalt

$$y = x \text{ tang } \alpha - \frac{g x^2}{2 \cos^2 \alpha} \left(\frac{1}{c^2} + \frac{x}{3 a \cos \alpha} \right) \ldots (3);$$

sie ist in der That der des französischen Offiziers sehr verwandt, unterscheidet sich aber dadurch, daß das dritte Glied den Faktor $\frac{1}{\cos \alpha}$ mit der Konstanten verbindet. Die von mir gezogenen Folgerungen sind, wie ja bekannt, auf meine eigene Weise verwerthet worden, insofern ich der Formel allgemeine Gültigkeit gebe. Die allgemeine Verwendbarkeit kann die Formel von Bressant nicht beanspruchen, wie Professor Hélie selbst nachweist: Setzt man $y = 0$, so wird

$$c^2 \sin 2\alpha = g x + g c^2 K x^2,$$

und indem man, um den Winkel der größten Schußweite zu finden, nach α differenziirt, wird

Digitized by Google

$$c^2\left(2\cos 2\alpha - g\frac{dK}{d\alpha}x^2\right) = g\,(1 + 2\,c^2\,K\,x)\,\frac{dx}{d\alpha}.$$

Wenn x ein Maximum sein soll, so muß $\frac{dx}{d\alpha} = 0$ sein, also auch

$$2\cos 2\alpha = g\,x^2\,\frac{dK}{d\alpha}.$$

Macht man jetzt $\alpha = 45^\circ$ also $\cos 2\alpha = 0$, so folgt, daß $\frac{dK}{d\alpha} = 0$ sein muß, d. h. unter der Voraussetzung, daß K von α unabhängig ist, wird der Winkel der größten Schußweite 45° wie im luftleeren Raume, was doch entschieden nicht der Fall ist.

Daraus darf ich wohl die Berechtigung herleiten, Bressant's Größe K noch mit einer Funktion von α behaftet zu lassen.

Dieses Citat glaubte ich hierhersetzen zu müssen, um daraus erkennen zu lassen, wie weit man früher diesen Weg schon verfolgt hat, und um daraus zu schließen, daß die dreigliedrige Formel nicht immer zugetroffen haben muß, weil man sie sonst nicht hätte fallen lassen. Für meine frühere Arbeit hat diese Form sich als zutreffend erwiesen, obgleich ich den Irrthum begangen habe, sie als die Abkürzung einer anderen anzusehen. Zugleich habe ich auch darauf aufmerksam zu machen, daß bei jener Arbeit mir noch keine Kontrole über die Richtigkeit der errechneten Anfangsgeschwindigkeiten zu Gebote stand, daß es vor und bei der Veröffentlichung der damaligen Schußtafeln bei uns noch keine durch Messung bekannten Zahlen für die Endgeschwindigkeiten gab, daß wir das jetzige Material vielmehr erst dem Chronographen le Boulengé verdanken, und daß erst mit den Flugzeiten zugleich die Fehler in dem Abgange der Geschosse gemessen worden sind, wenn sie auch schon früher durch die sächsische Artillerie erkannt worden waren. In Bezug auf die seitliche Ablenkung der um die Längsaxe rotirenden Geschosse habe ich vom praktischen Standpunkte aus zu bemerken, daß alle bisher aufgestellten Formeln der Erscheinung nicht genügen und es auch nicht können, weil wir den Einfluß der Stabilität noch nicht meßbar aufzufassen vermögen. Es liegt eben in der Natur der Sache, daß die Zahl der Versuche, welche hierüber Aufschluß geben könnten, sehr klein und außerdem sehr mühsam zu sammeln ist. Aus diesem Grunde müssen unsere

Digitized by Google

Untersuchungen sich auf die senkrechte Erhebung der Geschosse beschränken, und damit verbinde ich die Hoffnung, daß dieselben uns dereinst das Material für die Betrachtung der seitlichen Krümmung der Flugbahnen schaffen werden.

II. Der Vergleich verschiedener Luftwiderstandsgesetze.

A. Die Abnahme der Geschwindigkeit nach verschiedenen Gesetzen.

4. Die folgenden Untersuchungen stützen sich auf unveränderte Versuchsresultate; für ihre Einführung ist es jedoch nöthig, einige Formeln zu entwickeln. Die Veränderung in der Geschwindigkeit als Folge des Luftwiderstandes drückt sich bekanntlich aus durch

$$\frac{dv}{dt} = -bv^n$$

oder, da $dt = \frac{dx}{v}$ für den Weg dx ist, durch

$$v\frac{dv}{dx} = -av^n$$

welches sich umformt in

$$\frac{dv}{v^{n-1}} = -bdx,$$

woraus, wenn man zunächst nur an die Bewegung in gerader Linie denkt, durch Integration folgt

$$\frac{1}{n-2} \cdot \frac{1}{v^{n-2}} = bx.$$

Da die Geschwindigkeit für $x = 0$ zu der des Anfanges $= c$ werden muß, so ist rechts die Integrationskonstante $\frac{1}{n-2} \cdot \frac{1}{c^{n-2}}$ zu addiren; es wird also

$$\frac{1}{v^{n-2}} = \frac{1}{c^{n-2}} + (n-2)\,bx$$

oder

$$v^{n-2} = \frac{1}{\frac{1}{c^{n-2}} + (n-2)\,bx} = \frac{c^{n-2}}{1 + (n-2)\,bxc^{n-2}} \quad (4)$$

Digitized by Google

Hierin werde für jeden Werth von n besonders $(n-2)\ b\,c^{n-2} = \frac{1}{k}$ gesetzt, so ergiebt sich für

$$\left.\begin{array}{llll} n = n - & v^{n-2} & = c^{n-2} & \cdot \frac{k}{k+x} \\ n = 3 & v & = c & \cdot \frac{k}{k+x} \\ n = 4 & v^2 & = c^2 & \cdot \frac{k}{k+x} \\ n = 5 & v^3 & = c^3 & \cdot \frac{k}{k+x} \\ n = 6 & v^4 & = c^4 & \cdot \frac{k}{k+x} \end{array}\right\} \quad \ldots (5)$$

Diese Entwickelung ist nur für $n = 2$ nicht verwendbar; es folgt vielmehr aus

$$\frac{dv}{v} = -\,b\,dx$$

$$\log v = -\,bx \log c$$

oder $\log \text{nat} \frac{v}{c} = -\,bx$, also $v = c \,.\, e^{-bx}$.

Weiterer Rechnungen wegen sei hier $b = \frac{1}{2k}$ gesetzt, so wird

$$v = c \,.\, e^{-\frac{x}{2k}} \quad \ldots (6)$$

Sind nun auf zwei Entfernungen

$$x \text{ und } x_1$$

zwei Geschwindigkeiten

$$v \text{ und } v_1$$

gemessen worden, so ist für die Interpolation oder für andere Folgerungen aus

$$\left.\begin{array}{ll} & v = c \,.\, e^{-\frac{x}{2k}} \\ \text{und} & v_1 = c \,.\, e^{-\frac{x_1}{2k}} \end{array}\right\} \text{ für } n = 2$$

Digitized by Google

$$\left.\begin{array}{ll} \text{oder aus} & v^{n-2} = c^{n-2} \cdot \dfrac{k}{k+x} \\ \text{und} & v_1^{n-2} = c^{n-2} \cdot \dfrac{k}{k+x_1} \end{array}\right\} \text{ für } n = 3, 4, \ldots$$

der Werth von k zu finden; man erhält

$$\left.\begin{array}{lll} \text{für } n = 2 & — & k_2 = \dfrac{(x_1 - x)\log e}{2(\log v - \log v_1)} \quad (\log e = 0{,}434294) \\ n = n & & k_n = \dfrac{x_1 v_1^{n-2} - x v^{n-2}}{v^{n-2} - v_1^{n-2}} \\ n = 3 & & k_3 = \dfrac{x_1 v_1 - x v}{v - v_1} \\ n = 4 & & k_4 = \dfrac{x_1 v_1^2 - x v^2}{v^2 - v_1^2} \\ n = 5 & & k_5 = \dfrac{x_1 v_1^3 - x v^3}{v^3 - v_1^3} \\ n = 6 & & k_6 = \dfrac{x_1 v_1^4 - x v^4}{v^4 - v_1^4} \end{array}\right\} \ldots (7)$$

Diese Formeln gelten natürlich nur für diejenigen Elevationswinkel, deren Cosinus ohne merklichen Fehler gleich der Einheit gesetzt werden dürfen, also bis etwa 10°, sicher aber bis 5°, da cos 10° = 0,9848 und cos 5° = 0,9962 ist.

Kannte man die Anfangsgeschwindigkeit, so wird

$$\left.\begin{array}{lll} \text{für } n = 2 & — & k = \dfrac{x \log e}{2(\log c - \log v)} \\ n = n & & k = \dfrac{x v^{n-2}}{c^{n-2} - v^{n-2}} \\ n = 3 & & k = \dfrac{x v}{c - v} \\ n = 4 & & k = \dfrac{x v^2}{c^2 - v^2} \\ n = 5 & & k = \dfrac{x v^3}{c^3 - v^3} \\ n = 6 & & k = \dfrac{x v^4}{c^4 - v^4} \end{array}\right\} \ldots (8)$$

Wollte man die Werthe der verschiedenen k aus dem von k für n = 3 entwickeln, so wird mit Hülfe der Entfernungen

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} \overset{k}{n=4} &= \frac{k^2}{2k+x} \\ \overset{k}{n=5} &= \frac{k^3}{3k^2+3kx+x^2} \\ \overset{k}{n=6} &= \frac{k^4}{4k^3+6k^2x+4kx^2+x^3} \end{aligned}\right\} \ldots (9)$$

und bequemer $\overset{k}{n=6} = \frac{k_1{}^2}{2k_1+x}$, wenn k_1 den Werth für $n=4$ bezeichnet, oder mit Hülfe der Geschwindigkeiten

$$\left.\begin{aligned} \overset{k}{n=4} &= k \cdot \frac{v}{c+v} \\ \overset{k}{n=5} &= k \cdot \frac{v^2}{c^2+cv+v^2} \\ \overset{k}{n=6} &= k \cdot \frac{v^3}{(c^2+v^2)(c+v)} \end{aligned}\right\} \ldots (10)$$

oder $\overset{k}{n=6} = k_1 \cdot \frac{v^2}{c^2+v^2}$

5. Die lange 21 Cm.-Ring-Kanone gab ihrer 98 K. schweren Hart-Granate

am 24. 6. 71	x	$= 50$ M.	v	$= 416{,}6$ M.
	x_1	$= 879$ "	v_1	$= 371{,}8$ "
" 21. 9. 71	x	$= 50$ "	v	$= 415$ "
	$x_{,,}$	$= 1479$ "	$v_{,,}$	$= 341{,}9$ "
" 7. 10. 71	x	$= 50$ "	v	$= 413{,}8$ "
	$x_{,,,}$	$= 1984$ "	$v_{,,,}$	$= 321{,}2$ "

Bringt man die Geschwindigkeiten auf gleichen Anfangswerth $v = 416{,}6$, so werden

$$v_1 = 371{,}8,\ v_{,,} = 343{,}5,\ v_{,,} = 324.$$

Die für $n=3$ sich ergebenden Werthe sind nach Formel (7)

$\overset{k}{879} = 6830$ M. $\overset{k}{1479} = 6633$ M. $\overset{k}{1984} = 6658$ M.

Die hieraus folgenden Anfangsgeschwindigkeiten sind

$c = 419{,}65$ M. 418,15 M. 416,9 M.

im Mittel $c = 418{,}2$ M.

und $k = 6700$ M.*)

*) Die Längenmaße sind hinfort immer Meter, wenn es nicht anders gesagt wird.

Digitized by Google

Die Interpolation mittelst Formel (5) giebt dann für

$$n = 3$$

$x = 0$	500	1000	1500	2000
$v = 418{,}2$	$389{,}2$	$363{,}9$	$341{,}7$	$322{,}1$

Die Formeln (8) geben dann aus $x = 1000$

für $n = 4 - k = 3110$
$n = 5 \quad k = 1931$
$n = 6 \quad k = 1340$
$n = 2 \quad k = 3594$

und berechnet man die Geschwindigkeiten nach Formeln (5) für die obigen Entfernungen, so erhält man

für $n = 4$	$v = 388{,}2$	$363{,}9$	$343{,}5$	$326{,}2$
$n = 5$	$v = 387{,}3$	$363{,}9$	$345{,}3$	$330{,}2$
$n = 6$	$v = 386{,}3$	$363{,}9$	$346{,}6$	$332{,}8$
$n = 2$	$v = 390{,}1$	$363{,}9$	$339{,}4$	$316{,}6$.

Schon aus diesem Beispiele geht hervor, daß bis zu der Entfernung von 1500 M. es nicht möglich ist, sich mit Bestimmtheit für eine Potenz des Luftwiderstandsgesetzes zu entscheiden, und daß namentlich die Werthe für $n = 2, 3, 4$ so nahe zusammenliegen, daß man wohl behaupten darf, es würde jede Wiederholung des Versuches die Verhältnisse total umwerfen.

Um das klar zu machen, gebe ich folgende Zahlen; man erhielt aus einem 9 Cm.

		von Stahl	von Bronce
am 31. 5. 70	$x = 50$	$v = 332{,}1$	$332{,}3$
	$x_1 = 881{,}5$	$v_1 = 288{,}4$	$288{,}8$
„ 25. 6. 71	$x = 50$	$v = 332{,}3$	$331{,}7$
	$x_1 = 881{,}5$	$v_1 = 283{,}2$	$282{,}6$

Ein drittes Rohr gab am 25. 6. 71 auf denselben Entfernungen $v = 328{,}8$, $v_1 = 277{,}1$.

Am 13. 1. 72 standen 6 9 Cm.-Bronce-Röhre neben einander, diese gaben auf $x = 50$ M.

$$v = 328{,}4 \quad 327{,}9 \quad 326{,}5 \quad 326{,}3 \quad 329{,}7 \quad 331{,}7$$

mit der größten Differenz der Einzelmessungen

$$\Delta = \quad 5{,}8 \quad 4{,}3 \quad 7{,}7 \quad 4{,}1 \quad 5{,}6 \quad 5{,}5.$$

Bedenkt man, daß es wohl nicht leicht möglich sein dürfte, ausreichendes Rechnungsmaterial von wenig verschiedenen Nebenerscheinungen zusammenzubringen, so erscheint es gerathen, wenigstens sehr vorsichtig zu sein bei der Wahl einer Gesetzform.

Digitized by Google

6. Die 12 Cm.-Eisenkanone gab folgende Kombinationen

x =	50	181,5	381,5	881,5	1486,5
v =	295,9	289,7	282,3	—	—
	296,2	—	—	264,6	—
	298,3	—	—	—	250,7

Für n = 3 erhält man aus x = 50 und 181,5 die Anfangsgeschwindigkeit c = 298,3; die Rechnung ergiebt dann

	x = 50	181,5	381,5	881,5	1486,5
n = 3	v = 295,9	289,7	280,7	260,6	239,8
n = 4	v = 295,9	289,7	281,4	262,3	243,9
n = 6	v = 295,9	289,9	281,8	265,6	251,0.

Während in dem Beispiele des 21 Cm. die dritte Potenz, so erscheint hier eine höhere und sogar die sechste Potenz durchaus vortheilhafter.

In einem dritten Falle hatte man

x = 50	878	1479	
v = 503,4	352,6	296,8;	

interpolirt man hier für x = 50 und 1479, so wird

	x = 0	50	878	1479
n = 3	v = 516	503,4	358,7	296,8
n = 4	v = 516	503,4	347,9	296,8.

Bei n = 2 würde für 878 v noch größer, als bei n = 3, für n = 6 noch kleiner als für n = 4 werden.

Man sieht, daß die Interpolation der gemessenen Geschwindigkeiten nicht im Stande ist, die hier gesuchte Entscheidung herbei zuführen. Noch weniger ist das aber der Fall bei dem zufälligen Passen einer willkürlich gewählten arithmetischen Form, welche ohne jede Begründung und auf einzelne Erscheinungen angewendet der Methode der kleinsten Quadrate unterworfen wird. Man hat nicht zu vergessen, daß unsere vollkommensten Instrumente immer noch keine Ideale sind; so gab die 12 Cm.-Bronce-Kanone mit

Chronograph	a	b
	x = 50	x_1 = 884
	v = 284,4	v_1 = 257,8

und nachdem man die Instrumente wechselte

	b	a
	283,6	260,9.

Dabei kann natürlich von absoluter Genauigkeit keine Rede sein, und in der Praxis erwartet man diese auch gar nicht. Von

Digitized by Google

noch größerem Einflusse als die durch die Instrumente herbeigeführten Unregelmäßigkeiten sind die Witterungsänderungen, über welche zu sprechen sich bei den Schußweiten Gelegenheit finden wird.

7. Die Untersuchungen dürfen nach allen Ueberlegungen somit eingeschränkt werden, und ich gebe, da es mir schließlich auf die Ermittelung der bequemsten Rechnungsform ankommt, noch für die dritte und vierte Potenz das folgende Beispiel: Die Granate der 15 Cm.-Kanone ergab

$x = 50$	579	879	1484	
$v = 354{,}5$	324,4	315,4	293,1.	

Setzt man für $n = 3$ den Werth $k = 6795$

und für $n = 4$ „ „ $k = 3100$,

so findet man die Anfangsgeschwindigkeit $c = 357{,}1$ und dann für

$n = 3$	$v = 353{,}5$	329,1	316,2	293,1
$n = 4$	$v = 354{,}2$	327,8	315,2	293,7.

Aus der 12 Cm.-Bronce-Kanone erhielt man

	$x = 50$	382	682	1489
beobachtet	$v = 280$	263,6	255,5	237,6
$n = 3$	$v = 280$	269	268,3	237,6
$n = 4$	$v = 280$	254,1	253,3	237,6

und aus der 8 Cm.-Kanone

	$x = 50$	388	1486
beobachtet	$v = 341$	311	255
$n = 3$	$v = 341$	316	255
$n = 4$	$v = 341$	313,6	255.

Nach dem Bisherigen dürfte es sich empfehlen, für die Interpolation von Geschwindigkeiten die dritte Potenz derselben zu verwenden, also sich der einfachen Formeln

$$\left.\begin{aligned} v &= c\frac{k}{k+x} \\ c &= v\frac{k+x}{k} \\ k &= \frac{v_1 x_1 - v x}{v - v_1} \\ &= -\frac{v x}{c - v} \\ v &= \frac{v_1 (k + x_1)}{k + x} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (11)$$

zu bedienen.

Digitized by Google

Um für die Beurtheilung älterer oder fremder Geschütze einen Maßstab zu geben, führe ich an, daß beim Messen der Geschwindigkeiten die Kugel des glatten 12Pfdrs. bei 6 Schüssen 22 M. Streuung, die Granate des kurzen glatten 12Pfdrs. bei 6 Sch. 19,8 M., bei 21 Sch. 42,5 M. und die Granate des neuen französischen canon de sept. bei 5 Sch. 17 M., bei 10 Sch. 29 M. gab.

B. Die Berechnung der Flugzeiten nach verschiedenen Gesetzen.

8. In England wurden 1865–1870 Versuche zur Ermittelung des Luftwiderstandsgesetzes mit dem Chronographen des Professor Bashforth ausgeführt, von welchen einige des Jahres 1866 in den „Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens — herausgegeben vom k. k. österreichischen techn. und administr. Militair-Komitee — 7. Heft 1872" in Uebersetzung und Besprechung des Oberst Ed. Berger zu finden sind. (Der Apparat war im 8. und 9. Hefte 1871 ders. Zeitschrift enthalten.) Diese Versuche haben dazu geführt, das kubische Luftwiderstandsgesetz als gültig anzuerkennen. Ich widerspreche dem nicht, aber ich werde zeigen, daß aus diesen Daten die 2., 3., 4. und selbst 6. Potenz sich mit gleicher Schärfe herleiten lassen.

Jeder Schuß ging durch 10 Drahtscheiben, deren 1. auf 75 Fuß von der Mündung und jede folgende mit 150 Fuß Intervall stand. Da ich diese Resultate nur in sich betrachten werde, so habe ich die Benennung engl. Fuß beibehalten.

Man erhielt als mittlere Flugzeit in Sekunden vom Rahmen Nr. 1 bis Nr.

1	2	3	4	5	6	7	8
0,0000	0,0997	0,2019	0,3066	0,4139,	0,5235	0,6357	0,7504

9	10
0,8677	0,9873.

Entwickeln wir zunächst eine Flugzeiten-Formel, so ist zu erinnern, daß

$$v = \frac{dx}{dt}$$

und da $v^{n-2} = c^{n-2} \cdot \frac{k}{k+x}$ nach Formel (5)

oder $$v = c \frac{k^{\frac{1}{n}-2}}{(k+x)^{\frac{1}{n}-2}}$$

so wird $$dx\,(k+x)^{\frac{1}{n}-2} = c\,k^{\frac{1}{n}-2}\,dt,$$
also durch Integration und Hinzufügung einer Konstante

$$t = \frac{n-2}{n-1} \cdot \frac{k^{\frac{n-1}{n-2}}}{c\,k^{\frac{1}{n-2}}} \left\{ \left(1 + \frac{x}{k}\right)^{\frac{n-1}{n-2}} - 1 \right\} \ldots$$

also für $n = 3$ ist $t = \frac{x}{c}\left(1 + \frac{x}{2k}\right)$

$$n = 4 \quad t = \frac{2k}{3c}\left\{\left(1 + \frac{x}{k}\right)^{3/2} - 1\right\}$$

$$n = 5 \quad t = \frac{3k}{4c}\left\{\left(1 + \frac{x}{k}\right)^{4/3} - 1\right\}$$

$$n = 6 \quad t = \frac{4k}{5c}\left\{\left(1 + \frac{x}{k}\right)^{5/4} - 1\right\} \quad \ldots (12)$$

9. Die Versuchsresultate geben nicht die wirklichen Flugzeiten, sondern $t_1 - t$, $t_{,,} - t$, wo t sich auf $x = 75$ Fuß bezieht. Es sind somit Formeln zu entwickeln, welche diese Werthe enthalten. Ich wähle dazu die Berechnung der Anfangsgeschwindigkeit, und da nur die Formel für $n = 3$ sich dazu verwerthen läßt, so sei aus Formel (12) gebildet

$$t_1 = \frac{k x_1 + \frac{x_1^2}{2}}{c\,k}$$

$$t = \frac{kx + \frac{x^2}{2}}{c\,k}$$

also $$t_1 - t = \frac{kx + \frac{x_1^2}{2} - \left(kx + \frac{x^2}{2}\right)}{c\,k}$$

$$= \frac{k(x_1 - x) + \frac{1}{2}(x_1^2 - x^2)}{c\,k},$$

Digitized by Google

woraus folgt

$$k = \frac{x_1^2 - x^2}{2\,(c\,(t_1 - t) - (x_1 - x))} \quad \ldots \quad (13)$$

Denselben Werth mußte man aus $x_{,,}$ und x und $t_{,,} - t$ erhalten,

also $\dfrac{x_1^2 - x^2}{c\,(t_1 - t) - (x_1 - x)} = \dfrac{x_{,,}^2 - x^2}{c\,(t_{,,} - t) - (x_{,,} - x)}$;

daraus folgt dann

$$c = \frac{(x_{,,}^2 - x^2)\,(x_1 - x) - (x_1^2 - x^2)\,(x_{,,} - x)}{(t_1 - t)\,(x_{,,}^2 - x^2) - (t_{,,} - t)\,(x_1^2 - x^2)} \quad \ldots \quad (14)$$

welches sich umformen läßt in

$$c = \frac{(x_{,,} - x_1)\,(x_{,,} - x)\,(x_1 - x)}{(t_1 - t)\,(x_{,,}^2 - x^2) - (t_{,,} - t)\,(x_1^2 - x^2)}.$$

Wählen wir aus jenem Versuche die 1., 4. und 10. Scheibe, so ist

$x = 75'$ engl. $x_1 = 3 \cdot 150 + 75 = 525$

$x_{,,} = 9 \cdot 150 + 75 = 1425$

$t_1 - t = 0{,}3066$

$t_{,,} - t = 0{,}9873$, und die Ausrechnung der Formel (14) giebt die Anfangsgeschwindigkeit $c = 1516$ Fuß engl.

Aus Formel (12) folgt allerdings

$$k = \frac{x_1^2}{2\,(c\,t_1 - x_1)} = \frac{x_{,,}^2}{2\,(c\,t_{,,} - x_{,,})}; \quad \ldots \quad (15)$$

da wir aber die Zeiten selbst nicht kennen, so ist Formel (13) zu verwenden, und diese giebt aus $x_{,,} = 1425$ und $x = 75$

$$k = 6900 \text{ Fuß.}$$
$$n = 3$$

Mit Hülfe von k und c erhält man nun

$t_{,,} = 1{,}0375$ Sekunden für $x_{,,} = 1425$,

$t_1 = 0{,}3596$ " " $x_1 = 525$.

Berechnet man jetzt nach Formel (9) den Werth k für $n = 4$, so findet man

$$k = 3127$$
$$n = 4$$

und hieraus

$$k = 1273.$$
$$n = 6$$

Digitized by Google

Es wird dann für $n = 4$ und $x_{,,} = 1425$ gefunden

$$t_{,,} = 1{,}0375 \text{ Sek.}$$

für $x_{,} = 525 - t_{,} = 0{,}3607$ „

Die Formeln (9) haben die Eigenthümlichkeit, daß sie für jedes x ein besonderes k der höheren Potenzen verlangen; trägt man dem Rechnung, so wird

$k = 3324$ für $n = 4$ und $x_{,} = 525$ und

$$t_{,} = 0{,}3596 \text{ Sek.},$$

woraus sich erkennen läßt, daß die Veränderungen des k auf die Flugzeiten sehr geringen Einfluß haben, und daß, wenn man weiter schließen will, die Flugzeiten überhaupt nur ein ziemlich unempfindliches Mittel für das Erforschen von Gesetzen darbieten.

Für $n = 6$, $k = 1273$ findet man

$$t_{,,} = 1{,}0445 \text{ Sek.}$$
$$t_{,} = 0{,}3620 \text{ „}$$

10. Für $n = 2$ sind die Formeln (11) wieder nicht verwendbar; man setzt deshalb

$$v = \frac{dx}{dt} = c \cdot e^{-\frac{x}{2k}}$$

und erhält durch Integration und Berücksichtigung der Konstante

$$t = \frac{2k}{c}\left(e^{\frac{x}{2k}} - 1\right) \ldots (16)$$

Um $\underset{n=2}{k}$ zu finden, berechnet man für $n = 3$, $k = 6900$, $c = 1516$ mittelst $v = c \cdot \frac{k}{k+x}$ die Endgeschwindigkeit $v = 1256$, auf $x_{,,} = 1425'$.

Dann erhält man aus

$$\log c - \log v = \frac{x}{2k} \log e$$

$$\underset{n=2}{k} = 3790 \text{ Fuß},$$

und die Formel (16) giebt dann

$$t_{,,} = 1{,}0340 \text{ Sekunden},$$
$$t_{,} = 0{,}3575 \text{ „}$$

Da die Flugzeiten nicht selbst gegeben sind, so ist es gut, die gewonnenen Resultate zu wiederholen.

Digitized by Google

Die Flugzeit von der Scheibe

	Nr. 1—Nr. 4	Nr. 1—Nr. 10	Differenz
ist beobachtet	0,3066 Sek.	0,9873 Sek.	0,6807 Sek.
Dagegen von	0—Nr. 4	0—Nr. 10	
berechnet für $n=2$	0,3575	1,0340	0,6765
berechnet für $n=3$	0,3596	1,0375	0,6779
berechnet für $n=4$	0,3596	1,0375	0,6779
berechnet für $n=6$	0,3620	1,0445	0,6825

Behielt man für $n = 4$ auch bei $x_1 = 525$ den Werth $k = 3127$, und wählte man, um sich an die andern Potenzen näher anzuschmiegen, für $n = 6$ $k = 1380$, so wurde gefunden

für $n = 4$	0,3607	1,0375	0,6768
„ $n = 6$	0,3607	1,0375	0,6768.

Die gemessenen Differenzen sind Schuß um Schuß gewesen

0,6833 — 0,6738 — 0,6795 — 0,6773 — 0,6730 —
0,6809 — 0,6801 — 0,6760 — 0,6804 — 0,7028.

Hiernach dürfte es wohl sehr schwer sein, sich für eine beste Form des Gesetzes zu entscheiden.

11. Kapitain le Boulengé veröffentlichte 1868 seine „Etudes de Balistique expérimentale — Bruxelles", in welchen er seine sinnreiche Clepsider beschreibt und Versuche mittheilt, welche mit derselben in Brasschaet ausgeführt worden waren. Es sind hier die Flugzeiten von der Mündung an direkt angegeben und in folgender Tabelle enthalten:

Entfernung M.	Flugzeit Sekunden.	Das kubische Gesetz giebt
200	0,5497	0,5510
400	1,1482	1,1315
600	1,7666	1,7412
800	2,3984	2,3265
1000	3,0491	3,0496
1200	3,7606	3,7480
1400	4,4726	4,4760
1600	5,2261	5,2330
1800	6,0206	6,0200
2000	6,7641	6,8356

Digitized by Google

Die Anfangsgeschwindigkeit folgt aus $x_n = 1800$, $x_1 = 1000$, $x = 200$ und Formel (14) zu $c = 373$ M. Setzt man dann

$k = 2100$, $k = 3636$, $k = 1570$, $k = 585$ M.,
$n = 2$ $n = 3$ $n = 4$ $n = 6$

so wird für $x = 200$ 1000 1800

$n = 2$	$t =$	0,5517	3,0290	6,0240
$n = 3$	$t =$	0,5510	3,0496	6,0200
$n = 4$	$t =$	0,5528	3,0710	6,0220
$n = 6$	$t =$	0,5552	3,1150	6,0220.

Diese Zahlen unterscheiden sich so wenig, daß man der dritten Potenz nur wegen der bequemeren Behandlung den Vorzug geben wird.

C. Die Berechnung von Flugbahn-Ordinaten nach verschiedenen Gesetzen.

12. Die sicherste Basis für ballistische Messungen bietet unzweifelhaft die Schußweite; es ist deshalb unsere nächste Aufgabe, den Einfluß zu erkennen zu suchen, welchen verschiedene Luftwiderstandsgesetze auf die Größe der Ordinate an einer gewissen Stelle der Flugbahn ausüben. Wir wählen dazu den nach einem der zu untersuchenden Gesetze errechneten Endpunkt einer Bahn, für welchen die Ordinate also Null ist, und fragen dann, wie groß ist die Ordinate, welche für ein anderes Gesetz unter gleichen Umständen errechnet wird. So lange wir bei Winkeln bleiben, welche nicht über 10 Grad betragen, kann es nicht von großer Bedeutung sein, daß wr vorläufig die Cosinus derselben noch gleich der Einheit setzen. i

Ist die Ordinate mit y bezeichnet und der Richtungswinkel eines Bahnpunktes mit φ, so ist immer

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dx}{dt} \operatorname{tang} \varphi$$

also
$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2} \operatorname{tang} \varphi + \frac{dx}{dt} \cdot \frac{d \operatorname{tang} \varphi}{dt}.$$

Sei der Luftwiderstand durch R bezeichnet, so ist die Verzögerung in der Richtung der Horizontalen

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -R \cos \varphi,$$

Digitized by Google

in der Vertikalen, wo noch die Wirkung der Schwerkraft hinzutritt

$$\frac{d^2 y}{d t^2} = -R \sin \varphi - g;$$

also ist $\frac{d^2 y}{d t^2} = \frac{d^2 x}{d t^2} \operatorname{tang} \varphi - g,$

woraus dann folgt

$$\frac{d x}{d t} \cdot \frac{d \operatorname{tang} \varphi}{d t} = -g$$

$$\text{oder } \frac{d x^2}{d t^2} \cdot d \operatorname{tang} \varphi = -g\, d x,$$

$$\text{also } d \operatorname{tang} \varphi = -g\, dx \left(\frac{dt}{dx}\right)^2 \cdot \cdot \cdot \quad (17)$$

Da nach Formel (5) war

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^{n-2} = v^{n-2} = c^{n-2} \cdot \frac{k}{k+x},$$

$$\text{so wird } d \operatorname{tang} \varphi = -\frac{g}{k^{\frac{2}{n-2}}} \cdot \frac{1}{c^2} (k+x)^{\frac{2}{n-2}},$$

also durch Integration

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{dy}{dx} = -\frac{g}{c^2 k^{\frac{2}{n-2}}} \cdot \frac{1}{\frac{2}{n-2}+1} (k+x)^{\frac{2}{n-2}+1}$$

$$+ \text{Konst.}$$

Die Tangente des Winkels φ muß für $x = 0$ in die des Elevationswinkels, also in tang α übergehen; deshalb wird

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tang} \alpha - \frac{n-2}{n} \cdot \frac{g}{c^2 k^{\frac{2}{n-2}}} \left\{ (k+x)^{\frac{n}{n-2}} - k^{\frac{n}{n-2}} \right\}$$

und daraus durch eine abermalige Integration

$$y = x \operatorname{tang} \alpha - \frac{(n-2)^2}{2n(n-1)} \cdot \frac{g}{c^2 k^{\frac{2}{n-2}}} \left\{ (k+x)^{\frac{2n-2}{n-2}} - k^{\frac{2n-2}{n-2}} \right\} + \frac{n-2}{n} \cdot \frac{g}{c^2 k^{\frac{2}{n-2}}} x\, k^{\frac{n}{n-2}} \cdot \cdot \cdot \quad (18)$$

als Bahngleichung für jede beliebige Potenz eines eingliedrigen Luftwiderstandsgesetzes, wenn cos $\alpha = 1$ gesetzt wird.

Digitized by Google

Es ist leicht zu erkennen, daß diese Gleichung nur für $n = 3$ und $n = 4$ rationale Funktionen von x geben wird, und daß sie für $n = 2$ überhaupt nicht anwendbar ist. Der Exponent $\frac{2n-2}{n-2}$ wird für $n = 3$ zu 4 und für $n = 4$ zu 3, für $n = 5$ zu $\frac{8}{3}$ und für $n = 6$ zu $\frac{5}{2}$, dagegen für $n = 2$ unendlich groß. Man sieht also, daß man bei der Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf eine Form $y = ax + bx^2 + cx^3 + dx^4 + ex^5 + \ldots$ nicht ohne besondere Prüfung nach dem höchsten, der Rechnung unterworfenen Exponenten von x auf die Potenz des Luftwiderstandsgesetzes schließen darf.

Setzt man nun in Formel (18) nach einander die Werthe $n = 3, 4, 5, 6$, so erhält man nach leichter Reduktion für $n = 3$

$$y = x \tang \alpha - \frac{gx^2}{2c^2} - \frac{gx^3}{3kc^2} - \frac{gx^4}{3 \cdot 4k^2c^2} \ldots \quad (19)$$

für $n = 4$

$$y = x \tang \alpha - \frac{gx^2}{2c^2} - \frac{gx^3}{2 \cdot 3c^2k} \ldots \quad (20)$$

für $n = 5$

$$y = x \tang \alpha + \frac{9}{40}\frac{gk^2}{c^2} + \frac{3}{5}\frac{gkx}{c^2} - \frac{9}{40}\frac{g}{c^2k^{2/3}}(k+x)^{8/3} \ldots (21)$$

für $n = 6$

$$y = x \tang \alpha + \frac{4}{15}\frac{gk^2}{c^2} + \frac{2}{3}\frac{gkx}{c^2} - \frac{4}{15}\frac{g}{c^2k^{1/2}}(k+x)^{5/2} \ldots (22)$$

13. Für $n = 2$

müssen wir wieder eine besondere Entwickelung vornehmen.

Die allgemeine Grundform für die Wirkung des Luftwiderstandes ist nach Formel (17)

$$d \tang \varphi = -gdx \left(\frac{dt}{dx}\right)^2$$

und da $\frac{dx}{dt} = v = c \cdot e^{-\frac{x}{2k}}$,

$$\text{oder } \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = c^2 \cdot e^{-\frac{x}{k}}$$

Digitized by Google

$$\text{also } \left(\frac{dt}{dx}\right)^2 = \frac{e^{\frac{x}{k}}}{c^2},$$

so ist

$$d \operatorname{tang} \varphi = -g \cdot \frac{e^{\frac{x}{k}}}{c^2}\, dx.$$

Erinnert man sich, daß

$$d e^{\frac{x}{k}} = e^{\frac{x}{k}} \frac{dx}{k},$$

so wird durch Integration

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{dy}{dx} = -\frac{gk}{c^2} e^{\frac{x}{k}} + \text{Konst.}$$

Der Anfangswerth von tang φ ist tang α für $x = 0$; also wird

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{dy}{dx} = \operatorname{tang} \alpha - \frac{gk}{c^2} \cdot e^{\frac{x}{k}} + \frac{gk}{c^2}.$$

Integrirt man noch einmal so wird

$$y = x \operatorname{tang} \alpha - \frac{gk^2}{c^2} \cdot e^{\frac{x}{k}} + \frac{gkx}{c^2} + \text{Konst.}$$

y muß mit $x = 0$ ebenfalls verschwinden; es ist also Konst. $= \frac{gk^2}{c^2}$ hinzuzufügen, d. h.

$$y = x \operatorname{tang} \alpha - \frac{gk^2}{c^2} e^{\frac{x}{k}} + \frac{gk^2}{c^2} + \frac{gk^2}{c^2} \cdot \frac{x}{k}$$

$$= x \operatorname{tang} \alpha - \frac{gk^2}{c^2} \left(e^{\frac{x}{k}} - 1 - \frac{x}{k}\right) \ldots (23)$$

Für den Ausdruck in der Klammer findet man die ausgerechneten Werthe in „Neue ballistische Tafeln von General Otto“ oder in „Traité de Balistique par le général Didion“.

Von den Formeln (19) bis (23) ist die einfachste die für $n = 4$; sie gestattet, wenn man für den Endpunkt der Bahn $y = 0$ setzt, den

Digitized by Google

Werth des zugehörigen x aus einer quadratischen Gleichung zu finden. Man erhält

$$x \operatorname{tang} \alpha = \frac{g x^2}{2 c^2} + \frac{g x^3}{6 c^2 k}$$

und daraus

$$x = k \left(-1{,}5 + \sqrt{2{,}25 + \frac{6 c^2 \operatorname{tang} \alpha}{g k}} \right) \ldots (24)$$

Es werde jetzt aus dem in Nr. 5 gegebenen Beispiele der langen 21 Cm.-Ring-Kanone, wo $x = 50$ $v = 416{,}6$
$x_1 = 1984$ $v_1 = 324$
für jedes n die Konstante k und die Anfangsgeschwindigkeit mittelst $n = 3$ gesucht, so wird

$$c = 419{,}7$$

$n = 3$ $k = 6717$, $n = 4$ $k = 2926$ $n = 6$ $k = 1093$, $n = 2$ $k = 3833$.

Die Formel (24) giebt die Schußweite $x = 4262$ M.; diesen Werth setze man mit denen von c und k in die Formeln (19), (22) und (23), wobei $g = 9{,}81$ M. gesetzt wird.

Man findet dann für $n = 4$ natürlich $y = 0$ und für

$n = 3$

$$y = 751{,}5 - \frac{g x^2}{c^2} (0{,}5 + 0{,}211 + 0{,}03339)$$

$$= 751{,}5 - 753{,}1 = -1{,}6 \text{ M.},$$

$n = 6$

$$y = 751{,}5 + 172{,}9 + 17{,}7 - 942{,}8$$

$$= 942{,}1 - 942{,}8 = -0{,}7 \text{ M.},$$

$n = 2$

$$y = 751{,}5 - 759{,}6 = -8{,}1 \text{ M.}$$

In diesen Zahlen stecken unzweifelhaft kleine Abrundungsfehler, welche die Resultate jedoch nur sehr wenig nach der einen oder anderen Richtung ändern können.

14. Nachdem ich jetzt nach den drei möglichen Versuchswegen die verschiedenen Widerstandsgesetze geprüft habe, darf ich wohl die Frage vorlegen: Welche Form des Luftwiderstandsgesetzes verdient innerhalb unserer Versuchsgrenzen den Vorzug?

Keineswegs behaupte ich, daß es kein bestimmtes Gesetz gebe, aber ich behaupte, daß es nie gelingen werde, es unangreifbar

Digitized by Google

festzustellen, und leite daraus das Recht ab, der Artillerie diejenige Form vorzuschlagen, welche die einfachste Form der Flugbahngleichung ergiebt und gestattet, alle Fragen der Ballistik exakt zu lösen.

Diese Form finden wir in einem biquadratischen Luftwiderstandsgesetze, dessen Folgerungen uns so frei machen, daß man kein anderes Hülfsmittel als die Logarithmentafel gebraucht und keine größere Rechnengewandtheit, als die Benutzung dieser Tafeln sie erfordert. Auch in dem Folgenden werde ich fortfahren, die Resultate des biquadratischen Gesetzes mit der wirklichen Erscheinung und den Resultaten anderer Gesetze zu vergleichen.

In fast allen Lehrbüchern der Ballistik ist der Versuch gemacht worden, die Rechnungskonstanten auf ein allgemein gültiges physikalisches Gesetz und eine allen Verhältnissen entsprechende Grundkonstante zurückzuführen. Ich werde diesen Versuch weiter unten auch für das in dieser Arbeit adoptirte Widerstandsgesetz machen; indessen muß ich schon jetzt anführen, daß es für die Artillerie nicht fruchtbar ist, alle Erscheinungen durch eine Zahl auszudrücken, vielmehr werden wir erkennen, daß in dem Schwanken der Grundzahl diejenigen Einflüsse zum Ausdrucke kommen, welche wir zu beherrschen streben müssen. Nehmen wir an, eine solche Grundzahl müsse sehr groß sein, um sehr günstige Verhältnisse anzudeuten, so haben wir durch Vergleich die Ursachen zu suchen, aus welchen für andere Verhältnisse diese Zahl kleiner auftritt.

15. Von diesem Standpunkte aus können wir auch die verschiedenen Gesetze einer Prüfung unterwerfen, um zugleich auch zu erkennen, ob beispielsweise die Geschwindigkeits-Formeln einen höhern Werth als den der bloßen Interpolationsmittel haben.

Setzen wir irgend eine Form der Abnahme der Geschwindigkeit voraus, so drängt sich die Frage auf: Ist es denn möglich, daß die Gleichung

$$\frac{dv}{dt} = - bv^n$$

für die ganze Länge des Weges Gültigkeit habe, wenn die Zahl b unveränderlich ist? Oder: Geben die Versuche wirklich für alle möglichen Anfangsgeschwindigkeiten dieselben Konstanten? Es müßte dies doch stattfinden, wenn die Konstante b und in den integrirten Formeln die Konstante k für die ganze Weglänge das

Digitized by Google

Abnahmegesetz wirklich ausdrückte, denn es muß für die Veränderung einer Geschwindigkeit (wenn man vorläufig von der Krümmung des Weges absieht) doch ganz gleichgültig sein, ob diese selbst eine Anfangsgeschwindigkeit oder der Rest einer größeren Geschwindigkeit ist. Beschränken wir uns zunächst auf die Besprechung der Bedingungen, welche die Zahl k zu erfüllen hat.

Für n = 2 war

$$v = c \cdot e^{-\frac{x}{2k}} \quad \text{für einen Weg } x$$

und $v_1 = c \cdot e^{-\frac{x + x_1}{2k}}$ für einen Weg $(x + x_1)$.

Ebenso muß $v_1 = v \cdot e^{\frac{x_1}{2k_1}}$ sein, wenn v die Anfangsgeschwindigkeit ist. Es folgt daraus:

$$v_1 = v \cdot e^{-\frac{x_1}{2k_1}}$$

$$= c \cdot e^{-\frac{x}{2k}} \cdot e^{-\frac{x_1}{2k_1}} = c \cdot e^{-\left(\frac{x}{2k} + \frac{x_1}{2k_1}\right)}$$

also in Verbindung mit $v_1 = c \cdot e^{-\frac{x + x_1}{2k}}$, muß $\frac{x}{k} + \frac{x_1}{k_1}$ $= \frac{x}{k} + \frac{x_1}{k}$ sein, was nur möglich ist, wenn $k = k_1$, d. h. also das quadratische Luftwiderstandsgesetz ist nur möglich, wenn die Konstante k für alle möglichen Anfangsgeschwindigkeiten unveränderlich ist.

In der im Jahre 1864 von mir veröffentlichten „Ballistik der gezogenen Geschütze" habe ich thatsächlich die Größe k als unveränderlich angesehen und hinreichend gute Resultate erhalten. Der Fortschritt der Artillerie in der Steigerung der Geschwindigkeiten ließ aber bald den Irrthum erkennen, welcher nur in den Grenzen bis etwa c = 350 M. gestattet werden kann. Die größern Geschwindigkeiten zeigen, daß die Annahme eines unveränderlichen Werthes von k nicht gemacht werden darf.

Es ist hierbei die Thatsache von Bedeutung, daß ich früher alle Anfangsgeschwindigkeiten etwas zu groß berechnet habe (Schuß-

Digitized by Google

tafeln von 1864) d. h. verwendet man das quadratische Gesetz, so müssen sich die Anfangsgeschwindigkeiten groß genug ergeben, um durch einen schwächeren Widerstand rechnungsmäßig so schnell verlieren zu können, daß die Schußweiten, welche ich ohne jede andere Kontrole, selbst ohne Kenntniß der Abgangsfehler, als alleinige Basis benutzen konnte, so klein werden, wie sie in Wirklichkeit sind.

16. Für die übrigen Potenzformen wurde gesetzt

$$k = \frac{1}{(n-2)\, b c^{n-2}},$$

d. h. die Werthe von k müssen sich für die verschiedenen Anfangsgeschwindigkeiten bei $n = 3$ umgekehrt wie die Werthe von c, bei $n = 4$ umgekehrt wie die Quadrate und bei $n = 6$ umgekehrt wie die Biquadrate von c verhalten.

Wählen wir das in Nr. 6 gegebene Beispiel der 12 Cm.-Eisen-Kanone und runden die Zahlen der ermüdenden Detailrechnungen wegen ab auf

$x =$	50	181	381	881	1486
$v =$	296	290	282	265	248

und ermitteln die Werthe von k für $n = 3$ und $n = 4$, welche den Entfernungen $x_{,,} - x_{,}$ und den Anfangsgeschwindigkeiten v, $v_{,} \ldots$ entsprechen. Dann giebt

$$\text{für } n = 3 \qquad k = \frac{(x_{,,} - x_{,})\, v_{,,}}{v_{,} - v_{,,}}$$

	von 50 — 181,	181 — 381,	381 — 881,	881 — 1486
$k_3 =$	6332	7050	7912	8826

$$\text{für } n = 4 \qquad k = \frac{(x_{,,} - x_{,})\, v_{,,}^{2}}{v_{,}^{2} - v_{,,}^{2}}$$

$k_4 =$	3162	3476	3800	4270.

Setzt man die Zahlen der zweiten Kombination 7050 und 3476 als richtig voraus, so findet man

$$\text{für } n = 3 \text{ durch } k : k_{,} = \frac{1}{v} : \frac{1}{v_{,}}$$

$k_3 =$	6910	7050	7250	7720

$$\text{für } n = 4 \text{ durch } k : k_{,} = \frac{1}{v^2} : \frac{1}{v_{,}^{2}}$$

$k_4 =$	3340	3476	3850	4160,

wonach man leicht das Zutreffen der einzelnen Gesetzesformen beurtheilen kann.

Digitized by Google

Das biquadratische Gesetz genügt, wie alle anderen, nicht immer, und darauf werde ich spätere Untersuchungen stützen. Begnügt man sich vorläufig aber mit Beispielen, so sei noch folgendes aus einem 9 Cm.-Versuche hergesetzt

$$\left.\begin{matrix} x = 50 \\ x_1 = 381{,}5 \end{matrix}\right\} \quad \left.\begin{matrix} v = 319{,}9 \\ v_1 = 301{,}3 \end{matrix}\right\} \text{0,6 K. Ladung}$$

$$\left.\begin{matrix} v = 270{,}9 \\ v_1 = 256{,}9 \end{matrix}\right\} \text{0,45 K. Ladung.}$$

Die Werthe von k sind 2554 und 2912. Die Proportion $2554 : k_1 = c_1^2 : c^2$ giebt $k_1 = 2909$.

III. Ballistik auf Grund eines biquadratischen Luftwiderstandsgesetzes.

D. Die Herleitung der Flugbahngleichung.

17. In der Behandlung der ballistischen Aufgabe entstehen die größten und in einigen Fällen unüberwindlichen Schwierigkeiten aus der für die allgemeine Gültigkeit der entwickelten Formeln unabweisbaren Einführung derjenigen Winkel, welche die Bahn in jedem ihrer Punkte mit der Horizontalen bildet, und welche in jedem Momente wechseln. Die Resultate der Untersuchungen über die Abnahme der Geschwindigkeiten und über das Wachsen der Flugzeiten sind deshalb nur relativ wahr, und zwar können sie an Versuchsresultaten nur für geringe Erhebungen über die Horizontale geprüft werden. Es giebt aber einige wichtige Versuche, welche uns gestatten, den Begriff Anfangsgeschwindigkeit als von der Richtung unabhängig zu betrachten.

Nach „Journal des armes spéciales — T. II. p. 224—266 — Rapport sur les expériences faites à Liège en 1851 et 1852 au moyen d'un appareil électro-balistique (système Navez)“ wurde erhalten*)

Elevation Grad	Anfangsgeschwindigkeit M.
— 1	483,92
0	486,26

*) Versuch zu einem System der Artillerie-Wissenschaft vom Hauptmann v. Schirmann.

Digitized by Google

Elevation Grad	Anfangsgeschwindigkeit M.
1	478,75
2	482,57
3	485,53
4	488,25
5	480,21
0	486,05
2	488,02
4	483,45
6	481,55
8	491,82
10	486,85
0	486,16
2	485,39
4	485,86
10	486,85

Ferner nach „Traité de balistique par Hélie“

Elevation Grad	Ladung 0,1 K.	0,2 K.	0,25 K.	0,3 K.
0	71,5	116,0	133,7	153,17
45	71,75	114,2	134,4	154,10

18. Führen wir nun das biquadratische Luftwiderstandsgesetz

$$\frac{dv}{dt} = -bv^4,$$

welches umgeformt werde in $-\frac{v^4}{2a}$ in die Rechnung ein, so haben wir zu beachten, daß dasselbe nach unserer Voraussetzung Gültigkeit habe für die geradlinigte Fortsetzung des durch die Anfangsrichtung unter der Elevation α vorgeschriebenen Weges, dessen Länge z heißen möge.

Der Ausdruck $\frac{dv}{dt}$ läßt sich ersetzen durch

$$\frac{d^2z}{dt^2}, \text{ da } v = \frac{dz}{dt} \text{ ist.}$$

Digitized by Google

Das Gesetz kann also die Form annehmen

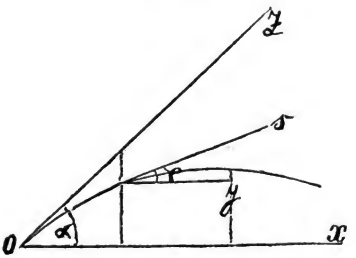
$$\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{1}{2a}\left(\frac{dz}{dt}\right)^4$$

und will man durch Projektion dieselbe Beziehung auf der Horizontalen x erhalten, so wird

$$\frac{d^2z}{dt^2}\cos\alpha = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{1}{2a}\left(\frac{dz}{dt}\right)^4\cos\alpha$$

$$= -\frac{1}{2b}\left(\frac{dx}{dt}\right)^4\cos\alpha\frac{1}{\cos^4\alpha}.$$

(Fig. 1.)



Bezeichne φ (Fig. 1.) den veränderlichen Winkel, welchen in irgend einem Punkte der Bahn die Tangente derselben mit der Horizontalen bildet, und werde die Länge des Bogens durch s bezeichnet, dann ist

$$\frac{dx}{dt} = \frac{ds}{dt}\cos\varphi,$$

also erhält man durch Differenziirung nach t

$$\frac{d^2x}{dt} = \frac{d^2s}{dt}\cos\varphi - \frac{ds}{dt}\sin\varphi\,d\varphi$$

$$= \frac{d^2s}{dt}\cos\varphi - \frac{dx}{dt}\sin\varphi\cos\varphi\frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}.$$

Ferner ist für jedes Luftwiderstandsgesetz R die Beschleunigung oder Verzögerung in der Horizontalen

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -R\cos\varphi$$

und in der Vertikalen durch Hinzutreten der Schwerkraft

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -R\sin\varphi - g$$

$$= \frac{d^2x}{dt^2}\tang\varphi - g.$$

Digitized by Google

Außerdem ist

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dx}{dt} \operatorname{tang} \varphi,$$

also
$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{d^2 x}{dt^2} \operatorname{tang} \varphi + \frac{dx}{dt} \cdot \frac{d \operatorname{tang} \varphi}{dt}$$
$$= \frac{d^2 x}{dt^2} \operatorname{tang} \varphi + \frac{dx}{dt^2} \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi},$$

so daß
$$\frac{dx}{dt^2} \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi} = -g \text{ sein muß.}$$

Durch Vergleich mit der obigen Formel für $\frac{d^2 x}{dt}$ wird

$$\frac{dx}{dt} \sin \varphi \cos \varphi \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi} = -g \sin \varphi \cos \varphi \, dt,$$

also
$$\frac{d^2 x}{dt} = \frac{d^2 s}{dt} \cos \varphi + g \sin \varphi \cos \varphi \, dt$$

oder
$$\frac{d^2 s}{dt^2} = \frac{d^2 x}{dt^2} \cdot \frac{1}{\cos \varphi} - g \sin \varphi$$

und somit

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = -\frac{1}{2a} \left(\frac{dx}{dt}\right)^4 \cdot \frac{1}{\cos \varphi} \cdot \frac{1}{\cos^3 \alpha} - g \sin \varphi,$$

oder, da
$$\frac{dx}{dt} = \frac{ds}{dt} \cos \varphi,$$

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = -\frac{1}{2a} \left(\frac{ds}{dt}\right)^4 \cdot \frac{\cos^3 \varphi}{\cos^3 \alpha} - g \sin \varphi$$
$$= -\frac{v^4}{2a} \left(\frac{\cos \varphi}{\cos \alpha}\right)^3 - g \sin \varphi, \ldots (25)$$

als Ausdruck für das biquadratische Luftwiderstandsgesetz in der gekrümmten Flugbahn — in Worten also: In der Flugbahn steht der Luftwiderstand in dem Verhältnisse der vierten Potenzen der Geschwindigkeiten und der dritten Potenzen des Quotienten des Cosinus der Bahnwinkel durch den Cosinus des Elevationswinkels in der Anfangsrichtung.

Das Einführen des Faktors $\left(\frac{\cos \varphi}{\cos \alpha}\right)^3$ kann nicht auffallend erscheinen, denn $\frac{dv}{dt}$ muß nothwendig linear sein, also auch $\frac{v^4}{2a}$, d. h. die Größe a muß von drei Dimensionen sein, ihre Projektion auf x muß also den Koeffizienten $\cos^3 \alpha$, und diejenigen

Digitized by Google

auf den Bogen s den Divisor $\cos^3\varphi$ erhalten. Um den drei Dimensionen einen Ausdruck zu geben, sei in den folgenden Rechnungen $a = c^2 k$ gesetzt.

19. Vor der Aufstellung der Flugbahngleichung sei der senkrechte Fall oder das senkrechte Steigen betrachtet. Es ist hier $\alpha = 90^0$ und offenbar $\alpha = \varphi$, also $\frac{\cos\varphi}{\cos\alpha} = 1$ und $g \sin\varphi = g$, so daß das Gesetz heißt

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{v^4}{2a} - g.$$

Multiplizirt man die Gleichung mit

$$\frac{dt}{dx} = \frac{1}{v}, \text{ so wird}$$

$$\frac{dv}{dx} = -\frac{v^4}{2av} - \frac{g}{v}$$

$$v\,dv = -\frac{v^4}{2a}\,dx - g\,dx$$

$$= -\frac{v^4 + 2ag}{2a}\,dx,$$

also

$$\frac{2a\,v\,dv}{v^4 + 2ag} = -dx,$$

woraus man die Steighöhe eines in der Luft senkrecht aufsteigenden Geschosses in folgender Weise findet:

$$v^2 = y,\ 2v\,dv = dy,$$

$$\frac{2a\,dy}{y^2 + 2ag} = -dx$$

und durch Integration

$$-x = \frac{a}{\sqrt{2ag}} \operatorname{arc\,tang} \frac{y}{\sqrt{2ag}} + \text{Konst.}$$

$$= \frac{a}{\sqrt{2ag}} \operatorname{arc\,tang} \frac{v^2}{\sqrt{2ag}} + \text{Konst.},$$

wo $x = 0$ werden muß für $v = c$, oder auch $v = 0$, wenn x die ganze Steighöhe ist. Das bestimmte Integral wird also

$$-x \Big|_{v=c}^{v=0} = \frac{a}{\sqrt{2ag}} \operatorname{arc\,tang} \frac{c^2}{\sqrt{2ag}}.$$

Digitized by Google

Setzt man hier $a = c^2 k$, so wird

$$-x = \frac{k}{\sqrt{2kg}} c \cdot \text{arc tang} \frac{c}{\sqrt{2kg}} \ldots (26)$$

(Die Richtung von x ist der von c entgegengesetzt.)

Wenn kein Widerstand stattfände, dann müßte $\frac{v^4}{2a} = 0$, also auch a und k unendlich werden. Um zu untersuchen, ob die Gleichung für x auch die bekannte Gleichung $x = \frac{c^2}{2g}$ für $k = \infty$ gebe, entwickle man arc tang $\frac{c}{\sqrt{2kg}}$ in eine unendliche Reihe nach

$$\text{arc tang } \alpha = \alpha - \frac{\alpha^3}{3} + \frac{\alpha^5}{5} - \frac{\alpha^7}{7} + \ldots,$$

wenn α zwischen -1 und $+1$ liegt.

Es wird dann

$$x = \frac{k}{\sqrt{2kg}} c \left(\frac{c}{\sqrt{2kg}} - \frac{1}{3} \frac{c^2}{2kg} \frac{c}{\sqrt{2kg}} + \frac{1}{5} \frac{c^4}{4k^2g^2} \cdot \frac{c}{\sqrt{2kg}} - \ldots \right) = k \left(\frac{c^2}{2kg} - \frac{1}{3} \frac{c^2}{2kg} \cdot \frac{c^2}{2kg} + \ldots \right)$$

$$= \frac{c^2}{2g} - \frac{1}{3} \cdot \frac{c^2}{2g} \cdot \frac{c^2}{2kg} + \ldots,$$

also für $k = \infty$ wird $x = \frac{c^2}{2g}$.

Wählt man als Beispiel $c = 400$ M., $k = 1000$ M. und der Abkürzung wegen $g = 10$ M., so wird ungefähr $x = 3460$ M., während ohne die Wirkung des Luftwiderstandes 8000 M. heraus kommen müßten.

20. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Geschoß wieder auf die Erde kommen würde, findet man aus

$$dx = \frac{2avdv}{2ag - v^4}$$

und zwar zunächst

$$x = \frac{a}{2\sqrt{2ag}} \log \frac{\sqrt{2ag} + v^2}{\sqrt{2ag} - v^2}$$

Digitized by Google

$$\text{und } v^2 = \sqrt{2ag}\,\frac{e^{\frac{2x\sqrt{2ag}}{a}} - 1}{e^{\frac{2x\sqrt{2ag}}{a}} + 1} \cdots (27)$$

Wird hierin $a = \infty$, so wird der Nenner $= 2$, und entwickelt man den Zähler, so wird

$$v^2 = \frac{1}{2}\sqrt{2ag}\left(\frac{2x\sqrt{2ag}}{a} + \frac{4x^2 \cdot 2ag}{2a^2} + \ldots.\right)$$

$$= \frac{2x \cdot 2ag}{2a} + \frac{4x^2 \cdot 2ag}{2 \cdot 2a^2} \cdot \sqrt{2ag} + \ldots,$$

welches für $a = \infty$ übergeht in $v^2 = 2gx$.

21. Bilden wir jetzt die Ansatzgleichungen für die Flugbahn aus dem Luftwiderstandsgesetze

$$\frac{d^2s}{dt^2} = -\frac{v^4}{2a}\left(\frac{\cos\varphi}{\cos\alpha}\right)^3 - g\sin\varphi.$$

Man erinnere sich, daß

$$\frac{dx}{dt} = \frac{ds}{dt}\cos\varphi,\ \frac{dy}{dt} = \frac{ds}{dt}\sin\varphi,$$

also

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d^2s}{dt^2}\cos\varphi - \frac{ds}{dt}\sin\varphi\frac{d\varphi}{dt}$$

$$= -\frac{v^4}{2a} \cdot \frac{\cos^4\varphi}{\cos^4\alpha} - g\sin\varphi\cos\varphi - \frac{dx}{dt^2}\sin\varphi\cos\varphi\frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}$$

$$= -\frac{v^4}{2a} \cdot \frac{\cos^4\varphi}{\cos^3\alpha} \cdots\cdots (28)$$

da $-g = \frac{dx}{dt^2} \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}$ war.

Ferner wird

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2s}{dt^2}\sin\varphi + \frac{ds}{dt}\cos\varphi\frac{d\varphi}{dt}$$

$$= -\frac{v^4}{2a} \cdot \frac{\cos^3\varphi}{\cos^3\alpha}\sin\varphi - g\sin^2\varphi + \frac{dx}{dt^2}\cos^2\varphi\frac{d\varphi}{\cos^2\varphi}$$

$$= -\frac{v^4}{2a} \cdot \frac{\cos^3\varphi}{\cos^3\alpha}\sin\varphi - g\,(\sin^2\varphi + \cos^2\varphi)$$

$$= -\frac{v^4}{2a} \cdot \frac{\cos^3\varphi}{\cos^3\alpha}\sin\varphi - g \ldots (29)$$

22. Für die Herleitung der Bahngleichung mögen zwei Wege

Digitized by Google

eingeschlagen werden, zunächst der der Methode der unbestimmten Koeffizienten, indem gesetzt werde

$$y = Ax + Bx^2 + Cx^3 + Dx^4 + \ldots,$$

wo die Koeffizienten A, B, C, D zu finden sind und auch für $x = 0$ Gültigkeit haben müssen.

Die erste Differenziirung giebt

$$\frac{dy}{dx} = A + 2Bx + 3Cx^2 + 4Dx^3 + \ldots$$

Der Quotient $\frac{dy}{dx}$ bezeichnet für die Kurve tang φ, welche für $x = 0$ übergeht in tang α, so daß $A =$ tang α wird. Wiederholt man die Differenziirung für die Urvariable t, so wird

$$d\left(\frac{dy}{dx}\right)\frac{1}{dx} = \frac{d^2y}{dx^2} - \frac{d^2x}{dx^2}\cdot\frac{dy}{dx}.$$

Es war $\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2}$ tang $\varphi - g$,

also $\frac{d^2y}{dt^2}\cdot\frac{dt^2}{dx^2} = \frac{d^2x}{dt^2}\cdot\frac{dt^2}{dx^2}\cdot\frac{dy}{dx} - y\frac{dt^2}{dx^2}$

oder $\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{d^2x}{dx^2}\cdot\frac{dy}{dx} = -g\frac{dt^2}{dx^2} = -\frac{g}{v^2\cos^2\varphi}$.

Für $x = 0$ wird $v\cos\varphi = c\cos\alpha$, und da die Differenziirung der Reihe ergiebt

$$2B\,dx + 2\,.\,3\,x\,C\,dx + 3\,.\,4\,x^2\,D\,dx + \ldots,$$

so wird

$$B = -\frac{g}{c^2\cos^2\alpha}.$$

Die weitere Differenziirung giebt

$$\frac{d}{dx}\left(-g\frac{dt^2}{dx^2}\right) = -g\frac{dt^2}{dx}\left(-2\frac{d^2x}{dx^3}\right) = \frac{2g\,dt^2\,d^2x}{dx^2\,dx^2}$$

$$= \frac{2g\,dt^2\,d^2x\,dt^2}{dx^2\,dt^2\,dx^2} = 2g\cdot\frac{1}{v^2\cos^2\varphi}\cdot -\frac{v^4\cos^4\varphi}{2a\cos^3\alpha}$$

$$\cdot\frac{1}{v^2\cos^2\varphi} = -\frac{g}{a\cos^3\alpha},$$

welcher Ausdruck auch für $x = 0$ unverändert bleibt, während die Differenziirung der Reihe nach Division mit dx für diesen Werth $x = 0$ giebt

$$C = -\frac{g}{2\,.\,3\,a\cos^3\alpha}.$$

Die letzte Differenziirung führte links auf eine konstante

Digitized by Google

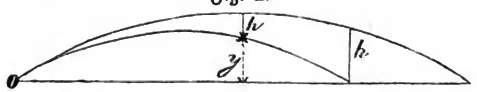
Größe; es müssen also alle folgenden Null geben, und somit wird die Bahngleichung

$$y = x \tang \alpha - \frac{g x^2}{2 c^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g x^3}{2 . 3 a \cos^3 \alpha} \cdots (30)$$

ein in geschlossener Form erscheinender Ausdruck, dessen drittes den Luftwiderstand enthaltende Glied von der Anfangsgeschwindigkeit unabhängig ist.

23. Diese Unabhängigkeit darf nicht befremden; wir haben uns die Bahn des lufterfüllten Raumes im Vergleich mit der Bildung der Parabel des luftleeren Raumes vorzustellen, wie ich das bei der früheren empirischen Herleitung der Flugbahngleichung angedeutet habe:

Fig. 2.



Denkt man (Fig. 2) zwei gleiche Geschosse unter gleicher Elevation mit gleicher Geschwindigkeit abgehend, das eine im luftleeren, das andere im lufterfüllten Raume unter der Wirkung eines verzögernden Luftwiderstandes, so wird die Bahn des ersteren fortwährend über der des letzteren liegen, und das Geschoß wird auf der Entfernung x sich um h über dem Punkte befinden, in welchem das andere Geschoß wieder in den Horizont der Geschützmündung tritt. Die Höhe h ist ein Maß für die Größe der Wirkung des Luftwiderstandes und kann leicht berechnet werden.

Wir haben uns vorzustellen, daß der Luftwiderstand sich so äußere, daß er in Bezug auf das Ueberfliegen einer bestimmten Strecke in vertikaler Projektion das Geschoß nicht hindere, daß er es aber nicht so hoch steigen lasse, wie es im luftleeren Raume der Fall sein müßte. Man kann von dieser Vorstellung nicht sagen, daß es nothwendig so sein müsse, aber sie erscheint für die praktische Verwerthung beim Unterrichte sehr anschaulich. Im Grunde genommen ist jene Unabhängigkeit des Ausdruckes, welcher den Luftwiderstandskoeffizienten enthält, nur scheinbar, denn die Entfernung x wird durch die Geschwindigkeit bestimmt. Je größer c, um so größer x, also um so energischer die Vernichtung des y durch x^3.

Digitized by Google

Ersetzt man in der gegebenen Gleichung a durch $c^2 k$, so wird

$$y = x \tang \alpha - \frac{g x^2}{2 c^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g x^3}{2 . 3 c^2 k \cos^3 \alpha} \ldots (31)$$

24. Der zweite Weg für die Herleitung der Flugbahngleichung ist der durch Integration der Ansatzgleichungen:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{1}{2a}\left(\frac{dx}{dt}\right)^4 \cdot \frac{1}{\cos^3 \alpha}$$

$$= -\frac{1}{2}\left(\frac{dx}{dt}\right)^4 \cdot \frac{1}{c^2 \cos^2 \alpha \, k \cos \alpha},$$

und setzt man $\frac{dx}{dt} = p$, so wird

$$p \frac{dp}{dx} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{p^4}{c^2 k \cos^3 \alpha}$$

$$-\frac{dp}{p^3} = \frac{dx}{2 c^2 k \cos^3 \alpha}$$

und durch Integration und Hinzufügung der Konstante $\frac{1}{c^2 \cos^2 \alpha}$, da c cos α der Anfangswerth von p ist,

$$\frac{1}{p^2} = \frac{x}{c^2 k \cos^3 \alpha} + \frac{1}{c^2 \cos^2 \alpha}$$

oder

$$p^2 = \frac{c^2 k \cos^3 \alpha}{k \cos \alpha + x} = \frac{c^2 k \cos \alpha}{k \cos \alpha + x} \cdot \cos^2 \alpha,$$

und indem man mit $\cos^2 \varphi$ dividirt, erhält man nebenher die Gleichung der Bahngeschwindigkeiten

$$v^2 = \frac{c^2 k \cos \alpha}{k \cos \alpha + x} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \varphi} \ldots (32)$$

Schon oben ist nachgewiesen, daß

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2} \tang \varphi - g$$

und

$$= \frac{d^2x}{dt^2} \tang \varphi + \frac{dx}{dt} \cdot \frac{d \tang \varphi}{dt},$$

also

$$-g \, dx = \frac{dx^2}{dt^2} d \tang \varphi$$

oder

$$p^2 . d \tang \varphi = -g \, dx$$

also

$$d \tang \varphi = -\frac{g}{p^2} dx$$

$$= -g \frac{k \cos \alpha + x}{c^2 k \cos^3 \alpha} dx,$$

Digitized by Google

woraus man durch Integration die Gleichung der Bahntangentenwinkel

$$\tan\varphi = \frac{dy}{dx} = -\frac{gx}{c^2\cos^2\alpha} - \frac{gx^2}{2c^2k\cos^3\alpha} + \tan\alpha \ldots (33)$$

erhält.

Die weitere Integration giebt dann

$$y = x\tan\alpha - \frac{gx}{2c^2\cos^2\alpha} - \frac{gx^3}{2.3c^2k\cos^3\alpha}$$

als Gleichung der Flugbahn, welche durch die Substitutionen

$$\frac{y}{k} = q,\ \frac{x}{k\cos\alpha} = u,\ \frac{gk}{c^2} = r$$

folgende für einige Fälle sehr bequeme Gestalt annimmt

$$q = u\sin\alpha - r\frac{u^2}{1.2} - r\frac{u^3}{1.2.3}\cdots (34)$$

25. Wegen dieser Form wurde die Gleichung, welche hier als reine Folge des biquadratischen Luftwiderstandsgesetzes dargestellt ist, für eine Abkürzung der aus dem quadratischen Gesetze hervorgegangenen Gleichung

$$q = u\sin\alpha - r(e^u - 1 - u)$$

gehalten, welche durch Entwickelung von e^u in die Reihe

$$e^u = 1 + \frac{u}{1} + \frac{u^2}{1.2} + \frac{u^3}{1.2.3} + \cdots + \frac{u^n}{1.2.3\ldots n} + \cdots$$

übergeht in

$$q = u\sin\alpha - r\frac{u^2}{1.2} - \frac{ru^3}{1.2.3} - r\frac{u^4}{1.2.3.4} - \text{in infin.}$$

Diese Ansicht ist aber durchaus nicht richtig, was aus folgendem Beispiele zu ersehen ist. Im Jahre 1869 wurde in England aus einer 7zölligen Kanone erschossen:

$c = 488$ Yards				
$\alpha =$	$5^\circ 7'$	$7^\circ 6'$	$9^\circ 5'$	$10^\circ 4'$
$x =$	2791	3556	4264	4597

Rechnet man auf Grund von $\alpha = 10^\circ 4'$ so wird

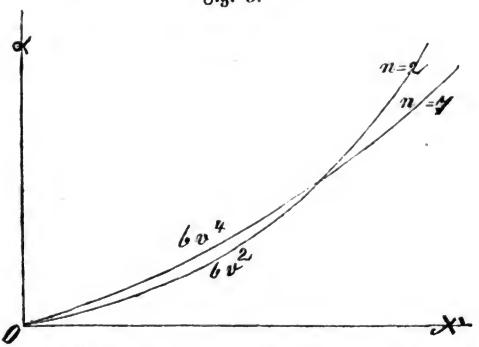
quadratisch		biquadratisch	
$k =$	3330 Differenz	2245	Differenz
$x =$	2929 + 138	2826	+ 35
	3678 + 122	3600	+ 44
	4324 + 60	4288	+ 24
	4597	4597	

Digitized by Google

Wählt man dagegen das Resultat von $\alpha = 9^{\circ}5'$, so wird

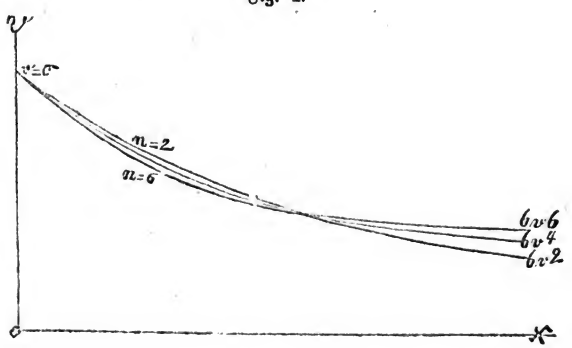
quadratisch		biquadratisch	
k = 3200	Differenz	2200	Differenz
x = 2897	+ 106	2813	+ 22
3642	+ 86	3585	+ 29
4264		4264	
4534	— 63	4570	— 27

Fig. 3.



26. Denkt man die Elevationskurven (Fig. 3) gezeichnet, so stellt die untere Kurve das quadratische, die obere das biquadratische Gesetz vor. Dabei könnte es auffallend erscheinen, daß das quadratische Gesetz bei höheren Elevationen kleinere Schußweiten

Fig. 4.



Digitized by Google

ergiebt als das biquadratische. Dieselbe Erscheinung (Fig. 4) tritt natürlich bei den Geschwindigkeiten auf: das Gesetz von der niederen Potenz giebt auf großen Entfernungen kleinere Geschwindigkeiten als das von der höheren Potenz. In beiden Fällen liegt derselbe Grund vor: Alle Rechnungen, welche auf physikalische Erscheinungen angewendet werden, sind nur Interpolationen a posteriori, ob die Versuchsdistanzen groß oder klein sind. War nun beispielsweise $c = 400$ M. und $v = 300$ auf $x = 1000$ M., so muß wenn das quadratische Abnahme-Gesetz die 300 M. entstehen lassen soll, irgend eine Kurve zwischen 400 und 300 M. liegen, welche auf $x = 500$ M. etwa $v = 340$ M. geben möge. Soll das biquadratische Gesetz auf derselben Entfernung von 1000 M. $v = 300$ geben, so durfte es auf 500 M. die Geschwindigkeit nicht mehr 340 M. sein lassen, sondern mußte sie schon mehr erniedrigt haben, also z. B. auf 330 M. Jetzt läßt das stärkere Gesetz aber nur noch 30 M. schwinden, während durch das quadratische Gesetz noch 40 M. verloren gehen; es läßt also auf größern Entfernungen die Geschwindigkeits-Abnahme geringer erscheinen, als das gelindere Gesetz sie verlangt. Die Gesetze höherer Potenzen müssen also am Beginne der Bewegung die Geschwindigkeiten sehr energisch abnehmen lassen, um sie schnell genug so klein werden zu lassen, daß sie nur noch wenig verlieren brauchen. Die niedrigere Potenz muß die Geschwindigkeit zu Anfang sparen, um für das Erreichen einer gewissen Zahl auf größeren Entfernungen noch abnehmen lassen zu dürfen. Hieraus würde man also abzuleiten haben: Interpolirt man zwischen zwei auf kleinen Entfernungen gemessenen Geschwindigkeiten zur Ermittelung der Konstanten c und k und findet dann bei der Rechnung für große Entfernungen die Versuchsresultate größer als die errechneten Zahlen, so war die Potenz des Widerstandsgesetzes zu niedrig und umgekehrt. Als Beispiel dienen die in Nr. 6 aufgeführten Resultate der 12 Cm.-Eisen-Kanone. Man muß sich jedoch sehr hüten, aus einzelnen Beobachtungen so weitgehende Schlüsse zu ziehen, denn je mehr man rechnet, um so mehr sieht man, daß eine absolut richtige Entscheidung nicht getroffen werden kann.

E. Die Ermittelung der Konstanten.

27. Die Ballistik hat in einer nur kurzen Zeit durch die Erfindungen der Herren Navez und Boulengé, welche uns Kenntniß von der wirklichen Größe der Geschwindigkeiten der Geschosse

Digitized by Google

gegeben haben, so schnelle Fortschritte gemacht, daß sie die meisten der von der praktischen Artillerie ihr gestellten Fragen in bestimmter Form lösen kann. Die Beobachtungsgrößen sind die gemessenen Geschwindigkeiten, die Elevationen und die Schußweiten.

Die Geschwindigkeiten werden wegen der durch die Treffsfähigkeit der Geschütze gegebenen Grenzen auf Entfernungen gemessen, zu denen Elevationen von höchstens 5 Grad gehören, so daß für sie die bereits im ersten Abschnitte benutzte Formel

$$v^2 = c^2 \cdot \frac{k}{k + x}$$

angewendet werden darf. Nur in einem einzigen Fall ist, soviel mir bekannt, beim Schuß aus einem Mörser unter 60 Grad Elevation die Endgeschwindigkeit gemessen worden, wovon weiter unten gesprochen werden wird. In einem solchen Falle und überall, wo man die Endgeschwindigkeit auf größeren Entfernungen finden will, ist von der Formel

$$v^2 = \frac{c^2 k \cos \alpha}{k \cos \alpha + x} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \varphi} \quad \ldots (35)$$

Gebrauch zu machen.

Es ist schon gezeigt worden, daß man aus x und x_1, v und v_1 die Konstante k findet mittelst

$$k = \frac{x_1 v_1^2 - x v^2}{v^2 - v_1^2}.$$

Wichtiger ist aber noch die Auffindung des k aus Elevation und Schußweite, wenn die Anfangsgeschwindigkeit gegeben ist. Wir setzen in der Flugbahngleichung für das Ende der Bahn $y = 0$ und erhalten dann

$$\text{tang } \alpha = \frac{g x}{2 c^2 \cos^2 \alpha} + \frac{g x^2}{6 c^2 k \cos^3 \alpha}$$

oder

$$\sin \alpha = \frac{g x}{2 c^2 \cos \alpha} + \frac{g x^2}{6 c^2 k \cos^2 \alpha}$$

also

$$\sin 2\alpha = \frac{g x}{c^2} + \frac{g x^2}{3 c^2 k \cos \alpha} \cdots$$

und hieraus findet man

$$k = \frac{g x^2}{3 \cos \alpha \, (c^2 \sin 2\alpha - g x)} \quad \ldots (36)$$

Digitized by Google

28. Bevor wir einige Werthe von k sammeln, müssen wir von einer sehr störenden Erscheinung sprechen, welche in den ersten Arbeiten über gezogene Geschütze übersehen worden ist. Obgleich der Spielraum der Geschosse namentlich in Hinterlade-Kanonen und wegen der starren Führung dem Wesen nach auch in den Vorderlader-Geschützen aufgehoben worden ist, zeigt sich, daß die Geschosse nicht in der durch die Erhöhung des Rohres gegebenen Richtung ihre Bahn beginnen. Man hat dafür viele, selbst wunderliche Erklärungen gefunden, keine hat aber bisher die Erscheinung ganz faßbar gemacht. Nach meinem Dafürhalten ist die wunderlichste Erklärung die von dem hebenden Luftwiderstande — ich verstehe wohl, daß die Luft den Fall verzögern kann, aber, daß sie das Geschoß zu einer rückgängigen Bewegung zwingen können sollte, ist mir nicht verständlich. Man hat ja auch schon von negativen Flugzeiten gelesen, und eine Erklärung findet sich dann schon. Die Abweichung zwischen dem Abgangswinkel und der Richtung der Seelenaxe des Geschützes heißt der Abgangsfehler und ist vielleicht eine Folge des Vibrirens der Röhre oder des Buckens, denn nach dem Satze von der Erhaltung des Schwerpunktes muß der Rücklauf des Rohres gleichzeitig mit der Geschoßbewegung beginnen, und durch chronographische Messungen ist die Bewegung des Rohres konstatirt worden vor dem Freiwerden des Geschosses. Die Größe der Abgangsfehler würde dann also auch von der Starrheit der Laffete abhängig sein, vielleicht von dem Grade der Leichtigkeit und Gleichmäßigkeit des Ausweichens derselben. Je weniger das System in sich erschüttert wird, desto geringer der störende Einfluß auf die Richtung der Seelenaxe. Darauf deuten die geringen Abgangsfehler der schwersten Geschütze, die bedeutenden der leichtesten hin.

Die beobachteten Erscheinungen sind: 1) die Abgangsfehler liegen sowohl in der aufrechten als in der seitlichen Richtung; 2) sie sind gewöhnlich nach oben gerichtet (positiv), kommen aber auch nach unten vor; ebenso zeigen sie meist nach links; 3) sie gehören einem einzelnen Rohre in ziemlich bestimmter Größe, nicht aber der ganzen Klasse gleichmäßig; 4) sie sind aus langen Röhren nicht größer als aus den verkürzten derselben Art in derselben Laffete; 5) sie beeinflussen die Schußtafel, aber nicht die Sicherheit des Schießens; 6) sie zeigen sich sowohl von Ladung als Elevation unabhängig oder wenigstens nicht erkennbar abhängig.

Digitized by Google

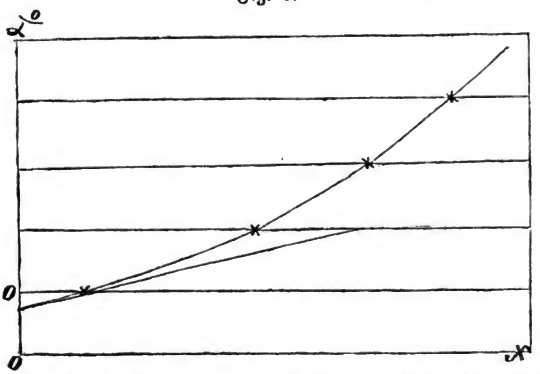
Beispiel. Bei einem 9 Cm.-Rohre fand man senkrecht: 28′ 41″ — 31′ 56″ — 28′ 26″ — 28′ 26″ — 19′ 38″ — 27′ 15″ — 28′ 47″ — 26′ 8″ — 27′ 26″ — 28′ 19″ — 29′ 30″ — 30′ 18″ — 20′ 27″ — woraus das Mittel etwa 27′ ist, während man bei einem anderen Rohre im Mittel 3′ fand.

In Folge der Abgangsfehler sind die Angaben der Schießresultate von kleinen Entfernungen nicht sehr zuverlässig für die Beurtheilung der Bahnen, z. B. für den Vergleich der Länge des bestrichenen Raumes. Das Geschoß hatte seine richtige Elevation, wir kennen sie nur nicht. Es ist deshalb zu schließen, daß die Trefffähigkeit oder vielmehr die Regelmäßigkeit des Fluges der Geschosse aus gezogenen Kanonen viel größer ist, als sie zur Erscheinung kommt.

29. Der Abgangsfehler kann in folgender Weise ermittelt werden:

1. Hat man Schießresultate von verschiedenen Entfernungen worunter eine ganz kleine ist, so zeichne man (Fig. 5) diese an, einem Gitterbogen zu einer sogenannten Schußtafelkurve und verlängere die Kurve bis Null-Entfernung. Die Abweichung des

Fig. 5.



Schnittpunktes der Kurve mit der Ordinatenaxe von dem Nullpunkte der Elevation ist dann der Abgangsfehler. (Es ist hierbei aber der Anfangsgeschwindigkeit Rechnung insofern zu tragen, als die Kurve von der geradlinigten Schußtafel für den luftleeren Raum tangirt werden muß.)

Digitized by Google

2. Man stellt etwa 15 M. vor der Mündung eine Scheibe auf, richtet auf derselben einen auf einen Bogen Papier gezeichneten Kreuzpunkt zweier Striche entweder über zwei Fadenkreuze durch die offene Seele ein oder über Visir und Korn, feuert dann und mißt die Entfernung (senkrecht und wagerecht) von dem Punkte, welcher in der Verlängerung der Seelenaxe liegt. Der Treffpunkt müßte nun unter diesem Punkte liegen um ein Stück $\frac{1}{2} g t^2$, welches dem freien Falle während der Zeit $t = \frac{x}{c}$ entspricht. Er liegt aber höher als dieser Punkt, und wenn die Entfernung d beträgt, so ist $\frac{d + \frac{1}{2} g t^2}{x}$ die Tangente des Abgangsfehlers (wenn auch das Rohr nicht genau horizontal gerichtet war).

Der positive Abgangsfehler ist für die Rechnungen zu der gemessenen Elevation zu addiren.

Berechnung von k.

30. Die 21 Cm.-Kanone hat an einem Tage mit Hartgranaten bei $c = 417{,}5$ M. geschossen

$\alpha = 4^\circ\ 58'$	$x = 2462$ M.	das giebt $k =$	3363 M.
$6^\circ\ 17'$	3000 "		3485 "
$6^\circ\ 50'$	3210 "		3501 "
$7^\circ\ 17'$	3413 "		3707 "
$7^\circ\ 58'$	3721 "		4030 "
$8^\circ\ 32'$	3872 "		3764 "

an anderen Tagen

$\alpha = 9^\circ\ 2'$	$x = 3988$ M.	das giebt $k =$	3572 M.
$6^\circ\ 20'$	3020 "		3491 "
$8^\circ\ 20'$	3742 "		3484 "
$9^\circ\ 2'$	3950 "		3418 "
$6^\circ\ 50'$	3192 "		3400 "
$7^\circ\ 20'$	3388 "		3473 "

und außerdem war

		das giebt
$x = 50$	$v = 416{,}6$ M.	$k = 3195$ M.
$x_1 = 879$	$v_1 = 371{,}8$ "	$c = 419{,}8$ "

In noch einem anderen Falle hatte man bei $c = 417{,}5$ M.

$\alpha = 8^\circ\ 20'$	$y = 3608$ M.	das giebt $k =$	2947 M.
$4^\circ\ 20'$	2126 "		2740 "
$5^\circ\ 35'$	2537 "		2440 "
$8^\circ\ 40'$	3745 "		3054 "

Digitized by Google

Schon in dem Wechsel der Konstante erkennt man, daß der absolute Werth einer Schußtafel nicht so groß sein kann, wie man das gewöhnlich annimmt, wenn die Resultate nicht an verschiedenen Tagen wiederholt worden sind. Da die Schußtafeln in der That nur den Werth haben, daß sie den Fortschritt der Elevationen mit dem Fortschreiten der Entfernungen in gewissen Grenzen erkennen lassen, so ist eine solche Wiederholung auch nicht durchaus nothwendig — ebenso würde es aber auch hinreichen, die Schußtafeln aus einem mittleren Werthe von großer Entfernung, dem gekannten Abgangsfehler und der Anfangsgeschwindigkeit zu berechnen. Die 21 Cm.-Kanone ergab ferner für:

c = 422 M. k =	3400 M.		
	2700 "		
419 "	3172 "	}	Mittel 3053.
	2935 "		
389 "	3708 "		
	3534 "		
366 "	4130 "		
	4280 "		
363 "	4854 "		
342 "	4446 "		
	4328 "		
329 "	5280 "		
	5240 "		

Die 15 Cm.-Hart-Granate gab:

c = 478 M. k =	2213 M.		
	2186 "		
	2240 "		
414 "	2217 "	}	Mittel 2250.
	2284 "		

Die 24 Cm.-Hart-Granate gab:

c = 424 M. k =	3340 M.		
423 "	3629 "		
	3915 "		
	3357 "		
	3170 "		
416 "	3768 "	}	Mittel 3403
	3038 "		

Digitized by Google

Die 9 Cm.-Granate gab:				durch Rechnung:
c = 390 M.	k =	1459 M. 1283 "	. .	k = 1477
386 "		1387 "	. .	1508
375 "		1596 " 1685 "	. .	1598
374 "		1564 "	. .	1606
358 "		1613 " 1979 " 1745 " 1700 " 1727 "	Mittel	1753
351 "		1909 "	. .	1824
338 "		2285 " 1818 " 1812 "	. .	1976
335 "		2041 "	. .	2002
334 "		2136 " 2166 "	. .	2014
323 "		2554 " 2743 " 2620 "	. .	2154
274 "		3382 " 3017 " 2912 "	. .	2980
216 "		3532 " 3642 "	. .	4815

31. In den hier mitgetheilten Zahlen erkennt man die Ueberlegenheit des Geschoß-Gewichtes und die relative Zunahme der Werthe von k mit dem Abnehmen der Geschwindigkeiten. Nach dem Grundgesetze sollen die Werthe von k sich verhalten wie die umgekehrten Werthe der Quadrate der Anfangsgeschwindigkeiten. Wir werden natürlich Schwankungen zu erwarten haben; indessen soll die Probe für die 9 Cm.-Granate gemacht werden. Die Grundzahlen seien c = 358 — k = 1753, und man erhält diejenigen Zahlen, welche vorher unter der Rubrik „durch Rechnung" neben den Versuchszahlen aufgeführt worden sind. Das Zusammentreffen ist offenbar sehr günstig, nur bei c = 323 M. und c = 216 M. sind bedeutende Abweichungen. Man wird we-

Digitized by Google

nigstens nach der negativen Seite hin sagen dürfen, für die kleine Geschwindigkeit seien die Rotationsverhältnisse weniger günstig als für die übrigen Geschwindigkeiten und namentlich für c = 323 M., welche auch der Gebrauchsladung von 0,6 k angehört.

32. Hieran schließt sich die Frage, welchen Einfluß bei gleicher Geschwindigkeit das Kaliber und das Gewicht des Geschosses auf die Größe von k ausüben.

Denkt man das Geschoß so zur Bahntangente liegend, daß es dem Luftwiderstande seinen kleinsten Querschnitt darbietet, so stehen die zu verdrängenden Luftsäulen in dem Verhältnisse dieser Querschnitte, welche Wirkung auch die Geschwindigkeit verursachen möge; die Zahlen k müssen, da sie das Größenverhältniß der Fähigkeiten den Luftwiderstand zu überwinden ausdrücken, in umgekehrter Beziehung mit der Größe dieses Querschnittes, welcher durch $\frac{D^2}{4}\pi$ ausgedrückt ist, zu- oder abnehmen. Ebenso wird das Produkt kc^2 ein Bild der lebendigen Kraft sein, mit welcher das Geschoß die Luft zu beseitigen sucht; es wird also die Größe von k wachsen mit dem Gewichte des Geschosses. Wir werden also zu setzen haben:

$$k : k_1 = \frac{Q}{\frac{D^2}{4}\cdot\pi}\cdot\frac{1}{c^2} : \frac{Q_1}{\frac{D_1{}^2}{4}\pi}\cdot\frac{1}{c_1{}^2} \quad \ldots \quad (37)$$

und durch Prüfung der Versuchszahlen den Uebergang von Kaliber zu Kaliber zu vermitteln.

Der Vergleich der 15-, 21-, 24 Cm.-Hart-Granaten ergiebt:

Die 15 Cm.-Hart-Granate hat bei c = 414 M. im Mittel k = 2250; sie wiegt 35,5 K., ihr größter Durchmesser ist 0,152 M. Diese letzteren Zahlen für

21 Cm. — 98,5 K. und 0,214 M.
24 " — 139 " " 0,241 "

Man erhält dann für

21 Cm.-Hart-Granate k = 3105 M.
24 " " " k = 3455 "

Diese Zahlen entsprechen ungefähr den Mittelwerthen von

c = 419 k = 3053 der 21 Cm.-Hart-Granate.
c = 416 k = 3403 " 24 " " "

ebenso der bei c = 419,8 aus Geschwindigkeitsmessungen gefundenen Zahl k = 3195 M.

Digitized by Google

Betrachtungen über die Schwankungen der Werthe der Konstante k werden an dieser Stelle nicht gemacht werden; es ist hier nur Material für die Grundzüge zu sammeln, während in einer späteren Arbeit die Aenderungen von k und deren Einfluß an praktischen Fragen besprochen werden sollen.

33. Man wird darauf geführt, die Konstanten ihres Gewichtes und der Größe des Querschnittes zu entkleiden. Das geschieht, indem man sie mit dem Quotienten $\frac{4Q}{D^2\pi}$ dividirt. Denkt man sich aber die Werthe sehr groß oder sehr klein, wie es bei den verschiedenen Geschwindigkeiten ja vorkommen muß, so ist es für die Rechnung und namentlich für die graphische Aufzeichnung angenehmer, die Reciproken der Werthe $k \cdot \frac{D^2\pi}{4Q}$ zu erhalten, weil in der Form $\frac{4Q}{D^2\pi} \cdot \frac{1}{k}$, welche durch h bezeichnet werde, die Resultate mehr zusammengedrängt werden; man erhält dadurch einen Nullpunkt in $k = \infty$ für $c = 0$, wo es eben keinen Luftwiderstand giebt.

Die so erhaltenen Zahlen seien als Funktionen von c^2 ausgedrückt und zwar in der Form $h = \frac{c^2}{A}$, woraus hervorgeht:

$$A = \frac{c^2}{h} = kc^2 \cdot \frac{D^2\pi}{4Q} \ldots (38)$$

Diese Zahl A ist dann fähig, alle Erscheinungen unabhängig von Gewicht, Kaliber und Geschwindigkeit zu vergleichen, so daß in ihr nur der Einfluß der Rotation und der Witterung übrig bleiben.

Erinnern wir uns, daß früher substituirt wurde:

$$kc^2 = a$$

und $$\frac{1}{2a} = b \text{ in } \frac{dv}{dt} = -bv^4,$$

so wird $$2A = 2a \cdot \frac{D^2\pi}{4Q} \ldots (39)$$

$$\frac{1}{2a} = \frac{D^2\pi}{4Q} \cdot \frac{1}{2A} = b,$$

so daß $$\frac{dv}{dt} = -\frac{1}{2A} \cdot \frac{D^2\pi}{4Q} \cdot v^4 \ldots (40)$$

Digitized by Google

die wahre Form des biquadratischen Luftwiderstandsgesetzes wird.

Der Quotient $\frac{Q}{\frac{D^2}{4}\pi}$ heißt die Belastung der Einheit des Querschnittes, und somit lautet das Gesetz:

Der elementare Geschwindigkeitsverlust eines Geschosses steht im geraden Verhältnisse der vierten Potenz der Geschwindigkeiten und im umgekehrten Verhältnisse der Belastung der Einheit des Querschnittes.

34. Es ist natürlich nicht möglich, daß ich alle Details der Rechnungen mittheile; es wird genügen, wenn ich in folgender Tabelle die Resultate gebe, es jedem Ballistiker überlassend, die Grundsätze nach eigenen Erfahrungen zu prüfen.

Tabelle

über den Zusammenhang zwischen der Anfangsgeschwindigkeit und der Luftwiderstandskonstante aus Versuchsresultaten.

c in m	$h=\frac{4Q}{D^2\pi}\cdot\frac{1}{k}$	$A=\frac{c^2}{h}$	c in m	$h=\frac{4Q}{D^2\pi}\cdot\frac{1}{k}$	$A=\frac{c^2}{h}$
104	0,188	57600	255	0,246	265000
130,5	0,182	93650	255	0,303	214700
134	0,133	134900	255	0,258	251800
154	0,000	∞	274	0,294	255200
154	0,083	286100	274	0,329	228000
156	0,226	107700	274	0,342	219700
190	0,095	379700	282	0,397	200000
198	0,270	145100	283	0,298	269100
205	0,233	180400	283	0,327	244800
214	0,301	152100	286	0,260	314800
216	0,282	165600	286	0,326	250700
216	0,273	170800	298	0,336	264200
216	0,280	165900	305	0,343	271200
216	0,289	161400	312	0,331	293800
234	0,301	181900	316	0,401	249300
243	0,193	305600	316	0,445	224400
244	0,300	198500	*) 323	0,390	267600
250	0,271	231000	**) 323	0,390	267600
254	0,402	94000	323	0,363	287500

*) 15 Cm.-Granate. **) 9 Cm.-Granate.

Digitized by Google

c in m	$h=\frac{4Q}{D^2\pi}\cdot\frac{1}{k}$	$A=\frac{c^2}{h}$	c in m	$h=\frac{4Q}{D^2\pi}\cdot\frac{1}{k}$	$A=\frac{c^2}{h}$
323	0,380	274900	386	0,717	208100
329	0,520	203200	389	0,886	170900
334	0,465	239700	389	0,738	205000
334	0,459	243100	389	0,776	195000
335	0,487	230400	390	0,681	233100
336	0,395	286100	405	0,765	218400
338	0,434	263200	411	0,798	211800
338	0,547	208900	414	0,882	194400
338	0,549	208200	416	0,808	214100
341	0,462	251500	416	1,003	172600
341	0,437	266500	418	0,767	227300
341	0,487	244400	418	0,739	236008
341	0,453	256800	418	0,680	256500
341	0,533	218600	422	0,805	221100
342	0,615	190100	423	0,777	230200
342	0,632	184900	424	0,892	201700
351	0,521	236000	436	0,990	192000
356	0,558	227300	451	0,996	204200
358	0,555	231200	452	0,983	207800
358	0,496	258600	470	0,954	231500
358	0,503	255000	478	0,897	254900
358	0,564	227400	478	0,907	251900
358	0,570	224900	478	0,986	258000
358	0,616	207900	509	1,264	204900
358	0,576	222100	*) 522	2,280	119500
358	0,585	219200	527	1,155	240400
358	0,908	141200	532	1,182	239300
363	0,565	233400	534	1,233	231300
366	0,580	231100	537	1,233	233900
366	0,663	202000	**) 560	1,924	163000
366	0,640	209400			
373	0,558	250000			

35. **Als Beispiel für den Wechsel der Konstante A in Folge von Tageseinflüssen bietet sich ein Versuch aus der 21 Cm.-Kanone mit Hart-Granaten, welcher schon oben in Nr. 30 mitgetheilt wurde. Dasselbe Rohr gab am**

18. 7. 71:	$\alpha = 9^0\ 2'$	$x = 3988$ M.	$k = 3572$ M.	$A = 327300$
27. 7. 71:	$6^0\ 20'$	3020 "	3490 "	222200
22. 8. 71:	$8^0\ 20'$	3742 "	3484 "	221800

*) 4 Cm.-Granate. **) Russ. 24pfdr. Vollkugel.

Digitized by Google

22. 8. 71:	$\alpha = 9° 2'$	$x = 3950$ M.	$k = 3418$ M.	$A = 217500$
29. 8. 71:	$6° 50'$	3192 "	3400 "	216300
do.	$7° 20'$	3388 "	3473 "	221100
9. 9. 71:	$7° 58'$	3721 "	4030 "	256500
	Jetzt folgte Herbstwetter:			
19. 9. 71:	$8° 20'$	3608 "	2947 "	188000
21. 10. 71:	$4° 20'$	2126 "	2740 "	174600
do.	$5° 35'$	2537 "	2440 "	155300
do.	$8° 40'$	3745 "	3054 "	194400

36. Beispiel für hohe Elevationen.

Aus Formel (33) für die Tangente des Richtungswinkels in der Bahn wird

$$\text{tang } \varphi = \text{tang } \alpha - \frac{g x}{c^2 \cos^2 \alpha}\left(1 + \frac{x}{2k \cos \alpha}\right) \ldots (41)$$

welche Gleichung natürlich auch für den Einfallwinkel gilt.

Mit Hülfe der Formel

$$v^2 = \frac{c^2 k \cos \alpha}{k \cos \alpha + x} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \varphi}$$

findet man dann die Endgeschwindigkeit. Im Frühling des Jahres 1869 ist es gelungen, für den 21 Cm.-Mörser mit $c = 130{,}5$ M., bei $\alpha = 60°$ und $x = 1415$ M. die Endgeschwindigkeit in der Richtung des Fluges 123 M. zu messen, wofür die Rechnung $\varphi = 61° 24'$ und $v = 125$ M. ergiebt.

Die Werthe von k sind für so kleine Geschwindigkeiten sehr schwankend; und es zeigt sich, daß wenige Meter der Anfangsgeschwindigkeit viel größeren Einfluß auf die Schußweite haben als jene Werthe.

F. Formeln, welche aus dem biquadratischen Luftwiderstandsgesetze folgen.

37. Aus $y = 0$ und $\sin 2\alpha = \frac{g x}{c^2}\left(1 + \frac{x}{3k \cos \alpha}\right)$

erhält man bei der Substitution $\frac{x}{k \cos \alpha} = u$ für die Anfangsgeschwindigkeit

$$c^2 = \frac{g k u (3 + u)}{6 \sin \alpha} \ldots (42)$$

Digitized by Google

Setzt man $k = \frac{a}{c^2}$, so wird

$$c^2 = \frac{3\,a\,g\,x\,\cos\alpha}{3\,a\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha - g\,x^2} \quad \ldots (43)$$

Substituirt man $a = A \cdot \frac{4\,Q}{D^2\,\pi}$, so wird

$$c^2 = \frac{3\,A \cdot \frac{4\,Q}{D^2\,\pi}\,g\,x\,\cos\alpha}{3\,A \cdot \frac{4\,Q}{D^2\,\pi}\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha - g\,x^2}$$

wofür man, da $g\,x^2$ sehr groß ist, besser setzt

$$c^2 = \frac{3\,g\,x\,\cos\alpha}{3\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha - \frac{g\,x^2}{A} \cdot \frac{D^2\,\pi}{4\,Q}} \ldots (44)$$

Setzt man die aus (42) erhaltene Gleichung

$$c^2 = \frac{x\,(3\,k\,\cos\alpha + x)\,g}{3\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha} = \frac{x_1\,(3\,k\,\cos\alpha + x_1)\,g}{3\,\sin 2\alpha_1\,\cos\alpha_1},$$

so wird

$$3\,k\,\cos a\,\sin 2\alpha_1\,\cos\alpha_1 - 3\,k\,x_1\,\cos\alpha_1\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha = x_1\,2\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha - x^2\,\sin 2\alpha_1\,\cos\alpha_1$$

und daraus

$$k = \frac{x_1{}^2\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha - x^2\,\sin 2\alpha_1\,\cos\alpha_1}{3\,\cos\alpha\,\cos\alpha_1\,(x\,\sin 2\alpha_1 - x_1\,\sin 2\alpha_1)} \quad \ldots (45)$$

für die Verbindung von zwei Elevationen und Schußweiten.

Hätte man gesetzt

$$k = \frac{g\,x^2}{3\,\cos\alpha\,(c^2\,\sin 2\alpha - gx)} = \frac{g\,x_1{}^2}{3\,\cos\alpha_1\,(c^2\,\sin 2\alpha_1 - g\,x_1)}$$

so würde kommen

$$c^2 = \frac{g\,x\,x_1\,(x_1\,\cos\alpha - x\,\cos\alpha_1)}{x^1{}^2\,\sin 2\alpha\,\cos\alpha - x^2\,\sin 2\alpha_1\,\cos\alpha_1} \quad \ldots (46)$$

also

$$k\,c^2 = a = \frac{g\,x\,x_1\,(x_1\,\cos\alpha - x\,\cos\alpha_1)}{3\,\cos\alpha\,\cos\alpha_1\,(x\,\sin 2\alpha_1 - x_1\,\sin 2\alpha)} \quad \ldots (47)$$

Digitized by Google

Hieraus folgt

$$k = \frac{g\,x\,x_1\,(x_1\cos\alpha - x\cos\alpha_1)}{3\,c^2\cos\alpha\cos\alpha_1\,(x\sin 2\alpha_1 - x_1\sin 2\alpha)} \quad \ldots (48)$$

und ganz unabhängig von der Geschwindigkeit

$$A = \frac{D^2\,\pi}{4\,Q} \cdot \frac{g\,x\,x_1\,(x_1\cos\alpha - x\cos\alpha_1)}{3\,\cos\alpha\cos\alpha_1\,(x\sin 2\alpha_1 - x_1\sin 2\alpha)}.$$

Man kann noch mehrere Elevationen verbinden, wenn man z. B. in

$$\frac{3\,k\,x\cos\alpha + x^2}{\sin 2\alpha\cos\alpha} = \frac{3\,k\,x_1\cos\alpha_1 + x_1^2}{\sin 2\alpha_1\cos\alpha_1} = \frac{3\,k\,x_{,,}\cos\alpha_{,,} + x_{,,}^2}{\sin 2\alpha_{,,}\cos\alpha_{,,}}$$

denjenigen Ausdruck, dessen Resultate man für am zuverlässigsten hält, mit zwei multiplizirt und gleich der Summe der beiden anderen setzt:

$$\left.\begin{array}{l} 2\,.\,3\,k\,x_{,,}\cos\alpha_{,,}\sin 2\alpha\cos\alpha\sin 2\alpha_1\cos\alpha_1 \\ -3\,k\,x\cos\alpha\sin 2\alpha_1\cos\alpha_1\sin 2\alpha_{,,}\cos\alpha_{,,} \\ -3\,k\,x_1\cos\alpha_1\sin 2\alpha\cos\alpha\sin 2\alpha_{,,}\cos\alpha_{,,} \\ = x^2\sin 2\alpha_1\cos\alpha_1\sin 2\alpha_{,,}\cos\alpha_{,,} \\ + x_1^2\sin 2\alpha\cos\alpha\sin 2\alpha_{,,}\cos\alpha_{,,} \\ - 2\,x_{,,}^2\sin 2\alpha\cos\alpha\sin 2\alpha_1\cos\alpha_1 \end{array}\right\} = Z,$$

also

$$k = \frac{Z}{3\cos\alpha\cos\alpha_1\cos\alpha_{,,}\,(2\,x_{,,}\sin 2\alpha\sin 2\alpha_1 - x\sin 2\alpha_1\sin 2\alpha_{,,} - x_1\sin 2\alpha\sin 2\alpha_{,,}) \quad \ldots (49)}$$

38. Eine ähnliche Gleichung kann man bilden aus der Kombination mehrerer Geschwindigkeitsmessungen auf verschiedenen Entfernungen:

$$c^2 = v^2\,\frac{k+x}{k} = v_1^2\,\frac{k+x_1}{k} = v_{,,}^2\,\frac{k+x_{,,}}{k}.$$

Daraus folgt für m Beobachtungen, von denen die auf der kleinsten Entfernung x so oft wiederholt worden ist, als Beobachtungen gemacht worden sind:

$$k = \frac{v_1^2\,x_1 + v_{,,}^2\,x_{,,} + v_{,,,}^2\,x_{,,,} + \ldots\ldots - m\,v^2\,x}{m\,v^2 - (v_1^2 + v_{,,}^2 + v_{,,,}^2 + \ldots.)} \quad \ldots (50)$$

$$= \frac{\Sigma\,(v_1^2\,x_1) - m\,v^2\,x}{m\,v^2 - \Sigma\,(v_1^2)}$$

Digitized by Google

Wollte man noch die Anzahl der Schüsse oder der gleichzeitigen Messungen a, a_1, $a_{,,}$ ... einführen, so wäre noch jeder Summand mit der entsprechenden Zahl zu multipliziren, und man würde erhalten:

$$k = \frac{\Sigma\,(a\,v_1{}^2\,x_1) - \Sigma\,(a)\,.\,v^2\,x}{\Sigma\,(a)\,v^2 - \Sigma\,(a\,v_1{}^2)} \quad \ldots \quad (51)$$

39. Für die Berechnung der Elevationen hat man die Gleichung

$$\sin 2\alpha = \frac{g\,x}{c^2\,k}\left(k + \frac{x}{3\cos\alpha}\right),$$

aus welcher α nicht direkt gefunden werden kann. Man setze deshalb näherungsweise

$$\sin 2\alpha_1 = \frac{g\,x}{c^2\,k}\left(k + \frac{x}{3}\right),$$

berechne α_1 und gehe mit $\cos\alpha$, wo α etwas, aber beliebig, größer ist als α_1, in die ursprüngliche Formel. Bei der praktischen Verwerthung hat man für hohe Elevationen sich durch Rechnungsbeispiele, in welchen die Schußweite aus einer gegebenen Elevation exakt bestimmt wird, zu erproben, wie groß der Unterschied zwischen α und ν sein muß. Wird $\sin 2\alpha > 1$, so ist die Entfernung nicht erreichbar.

40. Seien gewisse Verbindungen von Abscissen und Ordinaten einer Bahn

$$\begin{array}{ll} x & y = 0 \text{ für das Ende der Bahn,} \\ x_1 & y_1 \\ x_{,,} & y_{,,} \\ \vdots & \vdots \end{array}$$

bekannt, so kann dies nur bei flachen Elevationen der Fall sein, wo also, wie in $\sin 2\alpha$ einmal $\cos\alpha = 1$ gesetzt werden darf, also

$$y_1 = x_1 \operatorname{tang}\alpha - \frac{g\,x_1{}^2}{2\,c^2\cos^2\alpha} - \frac{g\,x_1{}^3}{6\,c^2\,k\cos^2\alpha}$$

oder

$$\frac{y_1}{x_1} = \operatorname{tang}\alpha - \frac{g\,x_1}{2\,c^2\cos^2\alpha} - \frac{g\,x_1{}^2}{6\,c^2\,k\cos^2\alpha}$$

oder

$$\frac{y_1}{x_1}\cos^2\alpha = \frac{1}{2}\sin^2\alpha - \frac{g\,x_1}{2\,c^2} - \frac{g\,x_1{}^2}{6\,c^2\,k}.$$

Digitized by Google

Substituirt man hier

$$\sin 2\alpha = \frac{g\,x}{c^2\,k}\left(k + \frac{x}{3}\right)$$

und setzt

$$\frac{y_1}{x_1} = \text{tang } \beta_1, \frac{y_{,,}}{x_{,,}} = \text{tang } \beta_{,,,}, \ldots,$$

so wird

$$\text{tang } \beta_1 \cos^2 \alpha = \frac{g\,x\left(k + \frac{x}{3}\right)}{2\,c^2\,k} - \frac{g\,x_1\left(k + \frac{x_1}{3}\right)}{c^2\,k}$$

und nach Division mit $\sin 2\alpha$

$$\text{tang } \beta_1 \text{ ctg } \alpha = \frac{g\,x\left(k + \frac{x}{3}\right) - g\,x_1\left(k + \frac{x_1}{3}\right)}{g\,x\left(k + \frac{x}{3}\right)}$$

also

$$\text{ctg } \alpha = \frac{(3\,k + x)\,x - (3\,k + x_1)\,x}{(3\,k + x)\,x} \cdot \frac{x_1}{y^1} \quad \ldots (52)$$

Denselben Winkel α müssen natürlich die anderen Kombinationen auch geben. Fügen wir zunächst nur $x_{,,}$ und $y_{,,}$ hinzu, so wird

$$((3\,k + x)\,x - (3\,k + x_1)\,x_1)\frac{x_1}{y^1} = ((3\,k + x)\,x - (3\,k + x_{,,})\,x_{,,})\frac{x_{,,}}{y_{,,}},$$

also

$$3\,k\,x\,x_1\,y_{,,} + x^2\,x_1\,y_{,,} - 3\,k\,x_1{}^2\,y_{,,} - x_1{}^3\,y_{,,} = 3\,k\,x\,x_{,,}\,y_1 + x^2\,x_{,,}\,y_1 - 3\,k\,x_{,,}{}^2\,y_1 - x_{,,}{}^3\,y_1$$

und daraus

$$3\,k = \frac{(x^2 - x_{,,}{}^2)\,x_{,,}\,y_1 - (x^2 - x_1{}^2)\,x_1\,y_{,,}}{(x - x_1)\,x_1\,y_{,,} - (x - x_{,,})\,x_{,,}\,y_1} \quad \ldots (53)$$

Für 3 Kombinationen würde man haben

$$((3\,k + x)\,x - (3\,k + x_1)\,x_1)\frac{x_1}{y_1} = ((3\,k + x)\,x - (3\,k + x_{,,})\,x_{,,,})\frac{x_{,,}}{y_{,,}}$$

$$((3\,k + x)\,x - (3\,k + x_1))\frac{x_1}{y_1} = ((3\,k + x)\,x - (3\,k + x_{,,,})\,x_{,,,})\frac{x_{,,,}}{y_{,,,}}.$$

Digitized by Google

Addirt man beide Gleichungen und entwickelt, so wird

$$3k = \frac{2(x^2 - x_{,,,}^2)\,x_{,,,}\,y_1 y_{,,} - (x^2 - x_{,,}^2)\,x_{,,}\,y_1 y_{,,,} - (x^2 - v_1^2)\,x_1 y_{,,} y_{,,,}}{(-x_1)\,x_1 y_{,,} y_{,,,} + (x - x_{,,})\,x_{,,}\,y_1 y_{,,,} - 2(x - x_{,,,})\,x_{,,,}\,y_1 y_{,,}} \quad \ldots (54)$$

wo die Kombinationen beliebig zu vertauschen sind. Dies ist Lösung einer Aufgabe, welche beim Gewehr vorkommen kann.

41. Eine folgende Aufgabe ist die Bestimmung der Länge des bestrichenen Raumes: Für Einfallwinkel φ über 4 Grad genügt bei der Ordinatenhöhe h die Formel

$$h \operatorname{ctg} \varphi \ldots . \quad (55)$$

Für flachere Bahnen reicht diese Formel wie auch die, scheinbar aus der Parabel hergeleitete

$$\frac{x}{2}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{4h}{x}\operatorname{ctg}\varphi}\right)$$

nicht aus.

Man muß vielmehr die kubische Gleichung

$$h = x \operatorname{tang} \alpha - \frac{g x^2}{2 c^2 \cos^2 \alpha} - \frac{g x^3}{6 c^2 k \cos^3 \alpha}$$

lösen, auf welche die Kardanische Formel sich nicht anwenden läßt. Bezeichnet man $\frac{g k}{c^2}$ mit r, wodurch, wenn zugleich

$$\frac{h}{k} = q, \quad \frac{x}{k \cos \alpha} = u$$

gesetzt wird, entsteht

$$q = u \sin \alpha - \frac{r u^2}{2} - \frac{r u^3}{6},$$

und setzt hierin $u = z - 1$, so reduzirt sich die Gleichung auf

$$z^3 - 3\left(1 + \frac{2 \sin \alpha}{r}\right) z + 2\left(1 + \frac{3}{r}(\sin \alpha + q)\right) = 0 \ldots (56)$$

also auf die Form

$$z^3 - a z + b \equiv 0.$$

Setzt man hierin

$$\frac{b}{\sqrt{a^3}} = \cos 3\psi,$$

so wird

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} z &= 2 \cos (60^\circ - \psi) \sqrt{a} \\ \text{und } u &= z - 1 \end{aligned}\right\} \ldots (57)$$

Berechnet man dann die ganze Schußweite u_1 für α (weil die Schußtafeln nicht genau sind und man α beliebig wählen kann), so wird für den bestrichenen Raum

$$u_{,,} = u_1 - u$$

und er selbst $x_{,,} = u_{,,} k \cos \alpha$.

Für beliebige Entfernung hat man dann zwischen den Kombinationen x_1 und $x_{,,}$ graphisch zu interpoliren.

Da $h = 1{,}8$ M. gegen k sehr klein ist, so hat man sehr genau zu rechnen, jedoch reichen fünfstellige Logarithmen aus.

Sucht man die Abscisse des Kulminationspunktes einer Bahn, so ist der Bahnwinkel $= 0$ zu setzen; es wird also

$$\text{tang } \alpha = \frac{g x}{c^2 \cos^2 \alpha} \left(1 + \frac{x}{2 k \cos \alpha}\right)$$

und daraus die Abscisse

$$x_1 = k \cos \alpha \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 c^2 \sin \alpha}{g k}}\right) \ldots (58)$$

Anhang.

Abhängigkeit der Anfangsgeschwindigkeit von der Größe der Ladung und des Geschoßgewichtes.

42. Es kann hier nicht die Aufgabe sein, eine Theorie der Verbrennung verschiedener Pulversorten zu geben; aber es giebt zwei Erscheinungen, welche allen Pulversorten in gewissen Grenzen gemeinschaftlich sind und welche vergleichsweise auf den Grad der Rapidität der Verbrennung schließen lassen. Je kleiner der Weg ist, welchen das Geschoß bis zur vollständigen Auflösung des Pulvers in Gas ist, um so reiner werden die Gesetze für die Bildung der Anfangsgeschwindigkeit zum Ausdrucke kommen. Umgekehrt wird

Digitized by Google

man dann aus der Annäherung an die Gesetze, welche bei schnell brennenden Pulvern erkannt sind, die Art der Verbrennung beurtheilen dürfen.

Bei den Versuchen, das Wachsen der Geschwindigkeiten im Rohre zu ermitteln, hat sich gezeigt, daß man bei jedem Pulver fast genau den Ort angeben kann, an welchem die Verbrennung beendet ist, insofern die Zuwachse der Geschwindigkeiten von hier bis zur Mündung als reine Folge des Mariotte'schen Gesetzes auftreten.

Setzt man den kubischen Raum hinter dem Geschosse gleich einem Cylinder von dem Querschnitte des gezogenen Theiles der Seele mit der Länge R, wenn der Boden desselben eben in die vollen Züge getreten ist (das Durchdringen des Uebergangskonus ist wegen der nicht gekannten Reibungsverhältnisse noch auszuschließen) und den in den Zügen zurückgelegten Weg gleich z, so ist das Verhältniß der freien Räume $\frac{R+z}{R+z_1}$, wo nur z variabel ist. Die der ganz aufgelösten Gasmasse eigenthümliche Kraft, welche sich in dem Wachsen der Geschwindigkeit äußert, sei durch die Konstante $\frac{C^2}{2}$ ausgedrückt, so ist zu setzen:

$$\frac{dv}{dt} = v\,\frac{dv}{dz}\,\frac{C^2}{2\,(R+z)},$$

woraus durch Integration folgt

$$v^2 = C^2\,(\log\,(R+z) - \log R)$$
$$= C^2 \log \frac{R+z}{R},$$

also

$$v = C\,\sqrt{\log \frac{R+z}{R}}$$

$$v_1 = C\,\sqrt{\log \frac{R+z_1}{R}}$$

$$v - v_1 = C\left(\sqrt{\log \frac{R+z}{R}} - \sqrt{\log \frac{R+z_1}{R}}\right) \cdots (59)$$

wo die Logarithmen natürliche sind.

Geht man zu den gemeinen Logarithmen über, so wird

$$v - v_1 = C\left(\sqrt{m \log \frac{R+z}{R}} - \sqrt{m \log \frac{R+z_1}{R}}\right)$$

Digitized by Google

$$= C\sqrt{m}\left(\sqrt{\log\frac{R+z}{R}} - \sqrt{\log\frac{R+z_1}{R}}\right)$$

$$= K\left(\sqrt{\log\frac{R+z}{R}} - \sqrt{\log\frac{R+z_1}{R}}\right) \ldots (60)$$

wo K die Interpolationskonstante für die Berechnung zwischen- oder rückwärtsliegender Geschwindigkeiten mit Hülfe der gemeinen Logarithmen ist.

Setzt man v = der Mündungsgeschwindigkeit, v_1 = einer rückwärtsliegenden, v_2 = einer zweiten von rückwärts, so ist durch das Zusammentreffen der Werthe von K leicht der Punkt der vollständigen Gasauflösung zu ermitteln.

43. Von direkt praktischem Werthe ist das schon früher von mir erkannte Gesetz, daß für das alte preußische Geschützpulver die Anfangsgeschwindigkeiten sich verhalten wie die $\sqrt[1,8]{}$ aus den Ladungsgewichten; es seien dafür einige Beispiele aufgeführt:

1) 9 Cm.-Stahl-Kanone C/64 — Granaten.

Ladung. K.	Geschwindigkeit gemessen. M.	Geschwindigkeit berechnet. M.
0,6	315,8	315,8
0,5	286,3	285,3
0,45	269,9	269,2
0,4	252,0	252,0
0,35	232,3	234,0
0,3	214,3	214,8
0,25	192,3	194,0
0,2	169,9	174,5
0,15	136,5	146,0

Digitized by Google

2) Kurze 15 Cm.-Kanone — Langgranate.

Ladung. K.	Geschwindigkeit gemessen. M.	Geschwindigkeit berechnet. M.
1,5	254	254
1,4	245,4	244,9
1,3	233,2	234,6
1,2	224,1	224,4
1,1	213,1	213,7
1,0	200,3	202,8
0,9	190,7	191,3
0,8	177,7	179,2
0,75	172,9	172,9
0,7	164,5	166,3
0,6	148,4	152,6
0,5	130,5	138,1
0,4	107,4	121,6
0,3	93,6	103,9

Man sieht, daß dieses Gesetz bis auf diejenigen Ladungen, welche durch Spielraum, Zündloch und Wärmeverlust wegen ihrer Kleinheit am meisten leiden, in überraschender Weise zutrifft, und zwar zwischen Ladungen, welche innerhalb der Verhältnißzahlen 1 : 2,4 liegen.

Vergleicht man damit die Resultate des Prismen-Pulvers in

3) 24 Cm.-Kanone — Hart-Granate 139 K.

Ladung. K.	Geschwindigkeit beobachtet für Kornpulver. M.	Geschwindigkeit beobachtet für Prismenpulver. M.	Geschwindigkeit berechnet für beide aus 251,1 M.
3	121,1	107,9	123,0
6	178,9	174,5	181,1
10,8	251,1	246,7	251,1

Digitized by Google

Ladung.	Geschwindigkeit beobachtet für		berechnet für beide aus 251,1
	Kornpulver.	Prismenpulver.	
K.	M.	M.	M.
16,5	319,5	317,6	317,3
17	324,9	321,8	322,7
17,5	329,8	328,0	328,0
21	347.4	364,0	362,8
32,5	350,4	379,1	377,2
24	356,9	391,7	390,7
25	361,0		

so erkennt man die merkwürdigen Eigenschaften, daß das feingekörnte Pulver in übergroßen Ladungen, d. h. solchen, welche den Verbrennungsraum zu sehr ausfüllen und für welche für ihre große Längenausdehnung der Raum hinter dem Geschosse nicht schnell genug wächst, die Gesetzmäßigkeit verläßt, also nicht total verbrennt, während das gepreßte Pulver in ganz kleinen Ladungen sich dem Gesetze nicht fügt, wohl aber bis zu den größten Ladungen ihm folgt, also sehr vollkommen verbrennt.

Da nun von gepreßtem oder grobkörnigem Pulver von hohem spezifischem Gewichte nur relativ große Ladungen verwendet werden, so darf das Ladungsgesetz auch für gepreßte Pulver als mindestens sehr nahe zutreffend angesehen werden.

Das Prismen- und das Kornpulver sind von gleicher chemischer Zusammensetzung. Die Unterschiede in der Wirkung sind also hervorgerufen durch die Dichtigkeit und die Form. Was durch den ersteren Faktor bedingt wird, ist in anderen Fällen durch den Feuchtigkeitsgehalt erreicht worden, und es ist dadurch leicht erklärlich, daß die Granate des 15 Cm. bei 3 K. Ladung im August 373 M., im Oktober des nächsten Jahres 358 M. Anfangsgeschwindigkeit erhalten konnte.

44. Diesem Gesetze, welches die Form haben möge

$$\frac{c}{c_1} = \sqrt[1.8]{\frac{l}{l_1}} \ldots (61)$$

schließt sich ein zweites an:

Verschieden schwere Geschosse von gleicher Form

Digitized by Google

erhalten an der Mündung desselben Rohres durch dieselbe Ladung gleiche lebendige Kraft; oder: die Anfangsgeschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Geschoßgewichten.

$$Q\,c^2 = Q_1\,c_1{}^2 \ldots (62)$$

oder $c^2 : c_1{}^2 = Q_1 : Q$

also $$\frac{c}{c_1} = \sqrt{\frac{Q_1}{Q}} \ldots (63)$$

Auch dieses Gesetz läßt einen Schluß auf den Grad der Verbrennung des Pulvers in den ersten Stadien der Bewegung ziehen. Es wird bei unvollkommener Verbrennung oder Ausnutzung des Pulvers nicht zutreffen können, also beim bisherigen Geschützpulver nicht bei ganz kleinen und ganz großen Ladungen, bei gepreßtem groben Pulver nicht bei kleinen Ladungen.

1) 24 Cm.-Kanone — Ladung 24 K. prism. Pulver.

Gewicht des Geschosses.	Geschwindigkeit	
	beobachtet.	berechnet.
K.	M.	M.
152,5	392	aus 392
134	417	418
125	431	432

2) 21 Cm.-Kanone — Verbindung beider Gesetze.

Ladung prism. Pulver.	Gewicht des Geschosses.	Geschwindigkeit	
		beobachtet.	berechnet.
K.	K.	M.	M.
17	100	420	aus 420
17	87,5	449	449
10	100	312	aus 312
17	87,5	449	449

Digitized by Google

45. Die Größe der Anfangsgeschwindigkeit hängt nicht allein von der Größe des Geschoßgewichtes, der Größe der Ladung und der Art ihrer Verbrennung ab, sondern zugleich von den inneren Konstruktionsverhältnissen des Geschützes und der Länge des Geschosses ab. Indessen sind die hierdurch bedingten Unterschiede nicht so groß, daß man die Verbindung beider Gesetze

$$\frac{c}{c_1} = \sqrt{\frac{Q_1}{Q}} : \sqrt[1,8]{\frac{l}{l_1}} \ldots (64)$$

nicht dürfte wenigstens als weite Regel in ganzer Allgemeinheit auffassen.

Setzt man dann $\sqrt[2]{l}$ statt $\sqrt[1,8]{l}$, also

$$c : c_1 = \sqrt{\frac{Q_1}{l_1}} : \sqrt{\frac{Q}{l}}$$

und $$c^2 : c_1^2 = \frac{Q_1}{l_1} : \frac{Q}{l}$$

oder $$c^2 : c_1^2 = \frac{l}{Q} : \frac{l_1}{Q_1} \ldots (65)$$

so hat man hierin die Bedeutung des Ladungsquotienten, für welchen man also überschläglich sagen darf: Gleiche Ladungsquotienten geben aus allen Geschützen ungefähr gleiche Anfangsgeschwindigkeiten; oder: Für gleiche Ladungen sind aus allen Geschützen die lebendigen Kräfte an der Mündung ungefähr gleich. Bildet man

$$Q c^2 : Q_1 c_1^2 = l : l_1 \ldots . (66)$$

so heißt das: Bei allen Geschützen und allen Geschossen verhalten sich die lebendigen Kräfte nahe wie die absoluten Ladungsgewichte, während in Rücksicht auf die Laffette die Bewegungsmomente derselben sich verhalten wie die Bewegungsmomente der Geschosse:

$$L v : L_1 v_1 = Q c : Q_1 c_1 \ldots (67)$$

Berlin, Juni 1873.

Digitized by Google

XIII.

Ueber den Bau gefesselter und lenkbarer Luftschiffe mit Rücksicht auf die Zwecke des Krieges.

(Hierzu Tafel II.)

Nachdruck verboten. Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Während des Krieges 1870/71 wurde der Verwendung der Luftschiffe für militairische Zwecke ein erneutes Interesse zugewendet und werden auch jetzt noch die in dieser Richtung unternommenen Versuche fortgesetzt. Trotz der zahlreichen Versuche und fast zahllosen Vorschläge steht aber die Luftschifffahrt beinahe noch auf derselben Stufe, auf welcher wir sie am Ende des vorigen Jahrhunderts finden, weshalb denn auch die letzten beim Rekognosciren von Festungen erzielten Erfolge ebenso unbedeutend genannt werden müssen, wie die der früheren Kriege.

Die Gründe für die langsame Entwickelung der Luftschifffahrt liegen zum Theil in der großen Schwierigkeit, die nur in der Idee aufgestellten Entwürfe praktisch auszuführen. Die Kosten für die Herstellung sowohl der Flugmaschine selbst wie der Baulichkeiten, in denen die nothwendigen Vorversuche gemacht werden könnten, sind so bedeutend, daß es den Construkteuren in den meisten Fällen nicht möglich ist, das Zutreffen ihrer Voraussetzungen zu erproben, oder auf Grund der erlangten Versuchsresultate weitere Verbesserungen vorzunehmen, um mit ihren Arbeiten in derselben Weise fertig und abgeschlossen vor die Oeffentlichkeit zu treten, wie dies beispielsweise in der Physik und Chemie geschieht. Mit Hülfe von Modellen, die in kleinem Maßstabe ausgeführt sind, diesem Uebelstande zu begegnen, ist leider nicht angängig, da sowohl in Betreff der Festigkeit des Materials wie der Wirksamkeit der Triebmittel und des Widerstandes der Luft die Verhältnisse für kleine und große Abmessungen so verschieden sind, daß sich von den mit kleinen Modellen erzielten Erfolgen durchaus kein sicherer Schluß auf die Leistungsfähigkeit eines im großen Maßstabe ausgeführten Luftschiffes herleiten läßt.

Digitized by Google

Die Bestrebungen der Constructeure haben vorzugsweise das Ziel im Auge gehabt, lenkbare Luftschiffe herzustellen, und wenn dieselben keinen befriedigenden Erfolg gehabt haben, so ist ein Grund hierfür auch darin zu suchen, daß man nicht über Maschinen verfügte, welche ohne Kohlenheizung und Mitführung von Wasser eine hinreichende Kraftentwickelung ergeben hätten. Dieser Umstand ist indessen nicht mehr von Bedeutung, seitdem die Brauchbarkeit der Gasmaschinen erprobt worden ist, und es werden diese Maschinen besonders dann von Werth sein, wenn man als Brennmaterial Petroleumäther*) verwendet, welcher in Dampfform mit atmosphärischer Luft vermischt in den Arbeitscylinder geleitet und durch einen Inductionsfunken entzündet wird.

Demnächst konnte von den für die Luftschiffe bisher verwendeten Bewegungsmitteln nicht diejenige Kraftäußerung erwartet werden, wie sie zur Ueberwindung des Luftwiderstandes erforderlich ist, um den Schiffen eine nennenswerthe eigene Geschwindigkeit zu ertheilen. Benutzt man als Triebmittel die Schraube, wie dies in mehreren Constructionen geschehen ist, so läßt sich die Wirkung derselben nur bis zu einem gewissen Grade steigern und da man nur eine Schraube und zwar am hinteren Ende des Fahrzeuges anbringen kann, so ist man in der Normirung der Maschinenkraft sehr beschränkt. Außerdem darf die Größe der Schraube wegen der Festigkeit und des Gewichts des dazu verwendeten Materials gewisse Grenzen nicht überschreiten, und die freistehenden Flügel sind dem Zerbrechen durch Windstöße und beim Landen ausgesetzt. Aus diesen Gründen dürfte die Schraube, welche in dem leichtflüssigen Medium der Luft bei Weitem nicht die Wirkung äußern kann, welche sie im Wasser hervorbringt, für Luftschiffe nicht geeignet sein. In dem unten ausgeführten Entwurfe eines Radluftschiffes ist daher versucht worden, statt der Schraube Räder einzuführen, welche dadurch, daß man mehrere Räderpaare hinter einander setzen kann, die Verwerthung einer großen Maschinenkraft in Aussicht stellen.

Schließlich dürfte noch darauf hinzuweisen sein, daß die bisher übliche Anbringung des Bewegungsmittels am Schiffskorbe sehr

*) Ueber die Verwendung des Petroleumäthers als explosibler Stoff der in Luftschiffen zu verwendenden Gasmaschinen siehe. „Der praktische Maschinen-Constructeur", Leipzig, 1873. Seite 39.

Digitized by Google

ungünstig ist, indem von der hervorgebrachten Triebkraft nur ein geringer Theil auf den umfangreichen Gasbehälter übertragen werden kann. Günstiger gestalten sich dagegen die Verhältnisse, wenn, wie dies unten geschehen ist, der als Träger dienende Gasbehälter, welcher zum leichten Durchschneiden der Luft eine längliche, an den Enden zugespitzte Form erhalten muß, an einem Rahmen befestigt wird, an welchem die Triebmittel unmittelbar angebracht werden. Allerdings wird dadurch das Gewicht und dem entsprechend der Umfang der ganzen Gashülle vermehrt, es bleibt aber auch die gestreckte Form des ganzen Schiffskörpers, selbst bei schnellen Bewegungen, sicher erhalten.

Es dürfte hieraus erhellen, daß die technischen Gründe für die Mißerfolge der bisherigen Versuche, lenkbare Luftschiffe zu liefern, nicht der Art sind, daß dieses Problem als ganz unlöslich müßte aufgegeben werden, und es dürfte gerechtfertigt erscheinen, dieser Aufgabe von Neuem näher zu treten, besonders nach den Erfahrungen des letzten Krieges, in welchem während der Belagerung von Paris der Werth der Luftschiffe richtig gewürdigt, zugleich aber auch der Mangel solcher Fahrzeuge, die erlaubt hätten, Nachrichten von außen in die Festung hineinzutragen, sehr empfunden wurde.

Bevor nun auf den Entwurf eines lenkbaren Luftschiffes eingegangen wird, welches, wenn irgend möglich, auch für ausgedehnte Recognoscirungen im Feldkriege gebraucht werden kann, mag es gestattet sein, die Beantwortung der Frage zu versuchen, ob nicht auch die gefesselten Luftschiffe, welche als ständige Beobachtungsposten vor Festungen stets ihren Werth behalten werden, eine derartige Vervollkommnung zulassen, daß sie bessere Erfolge ergeben, als bisher mit den einfachen kugelförmigen Schiffen erreicht worden ist.

Das gefesselte Luftschiff.

Was die Anforderungen betrifft, denen die gefesselten Schiffe entsprechen müssen, so sind dieselben folgende:

1. die Füllung des Schiffes mit Wasserstoffgas muß in kürzester Zeit und an allen Orten leicht auszuführen sein.
2. Die Gashülle muß aus einem Zeuge bestehen, welches die Diffusion des eingeschlossenen Gases möglichst wenig begünstigt, dabei aber häufig zusammengelegt und verpackt

Digitized by Google

werden kann, ohne durch Brüche oder Zusammenkleben unbrauchbar zu werden; auch darf die Festigkeit des Zeuges durch die zur Dichtung verwendeten Stoffe weder bei längerer Aufbewahrung noch beim Gebrauche leiden.

3. Die Stärke des Windes darf, wenn nicht Regen, Nebel oder Sturm die Benutzung des Luftschiffes überhaupt unmöglich machen, keinen Einfluß auf seine Verwendbarkeit ausüben, und
4. Die Schwankungen des Schiffskorbes müssen auf ein möglichst geringes Maß zurück geführt werden.

Was den ersten Punkt, die Darstellung von Wasserstoffgas betrifft, so ist dieses Gas vorzugsweise durch Zersetzung des Wassers gewonnen worden, ein Verfahren, welches, abgesehen von den umfangreichen Apparaten, ziemlich theuer ist; ebensowenig empfiehlt sich wegen der langen Dauer bei der Bereitung großer Mengen die Verwendung von Wasserdampf, den man über glühendes Eisen leitet. Ferner haben die Versuche, den Wasserstoff aus Wasserdampf, der über glühende Kohlen geleitet wird, zu gewinnen, bisher zu keinem befriedigenden Resultate geführt. Der letzte Weg der Wasserstoff-Darstellung ist aber derjenige, welcher eine massenhafte Gewinnung mit dem Aufwand geringer Kosten in Aussicht stellt, verdient daher den eingehendsten Versuchen unterworfen zu werden.

Leitet man durch eine bis zur Rothgluth erhitzte und mit Holzkohlen gefüllte thönerne oder eiserne Retorte A, Fig. 1, Wasserdampf, so bildet sich aus demselben durch Aufnahme von Kohlenstoff: Kohlensäure, Kohlenoxyd, etwas Sumpfgas und reines Wasserstoffgas. Führt man sodann diesem Gemische von Gasen neuen überhitzten Wasserdampf durch die Röhre B zu, und leitet man es nun durch die Röhren C von noch höherer Temperatur als Rothglühhitze, so entzieht, wie die Untersuchungen von Berver experimentell erwiesen haben, das Kohlenoxyd dem Wasserdampfe Sauerstoff und setzt sich in Kohlensäure um, desgleichen bildet sich aus Sumpfgas Wasserstoff und Kohlensäure. Für diese Umsetzung des Kohlenoxydes in Säure ist es eine wesentliche Bedingung, daß die ganze Gasmenge die über Rothglühhitze liegende Temperatur annimmt; es muß daher der Wasserdampf stark überhitzt sein und die Gasmischung durch ein System gebogener, enger Röhren (in Fig. 1 sind acht bis zehn Röhren angenommen, wovon aber nur

Digitized by Google

zwei sichtbar sind) geleitet werden, so daß sämmtliche Gastheile mit den heißen Rohrwänden in Berührung kommen. In dem Kühlgefäße D wird sodann der überschüssige Dampf kondensirt und im Kalkkasten E, der mit siebförmigen Einsätzen versehen ist, die Kohlensäure absorbirt, so daß aus der letzten Röhre F reines Wasserstoffgas heraustritt.

Für die Zwecke des Belagerungs- und Feldkrieges könnten diese Apparate auf Wagen transportabel gemacht werden, und würde man mit denselben, wenn auch einige Vorrathswagen mit Kalk und Holzkohle verfügbar sind, im Stande sein, überall Wasserstoffgas darzustellen, wo sich Holz und Wasser vorfinden.

Es war zweitens ein passender Stoff für den Gasbehälter gefordert worden. Im Jahre 1869 hatte der französische Ingenieur H. Giffard*) einen Stoff gefertigt, welcher sich auch für Wasserstoffgas als fast undurchdringlich bewährt hat. Es waren nämlich zwei Lagen von Leinewand durch eine Lage Kautschuk verbunden, diese wieder mit Kautschuk und Musselin und schließlich noch mit sieben Schichten von Gummi und Oelfirniß überzogen. Mit der Zahl von Kautschuk- und Firnißschichten nimmt nun zwar die Undurchdringlichkeit eines Stoffes zu, es wächst gleichzeitig aber auch sowohl das Gewicht desselben wie die Schwierigkeit, ihn in einen engen Raum zusammenzupacken, ohne daß er brüchig wird. Da letzteres aber für Kriegsluftschiffe eine sehr wesentliche Bedingung ist, so ist man auf die Wahl einer weniger festen und gleichzeitig leichteren Hülle hingewiesen, und muß sich damit begnügen, wenn das Schiff nur für einige Tage eine genügende Tragkraft behält. Dies ist indessen vollständig ausreichend, da bei dem oben angeführten Verfahren der Wasserstoffbereitung die Füllung des Schiffes in kürzester Zeit auszuführen ist.

Als dritte Bedingung, welcher ein kriegsbrauchbares Luftschiff entsprechen muß, war oben hingestellt worden, daß die Benutzung des Schiffes nicht durch die Stärke des Windes beeinflußt werden darf. In diesem Punkte ist die kugelförmige Gestalt der Gasbehälter, wie sie bisher angewendet worden ist, sehr ungünstig, da beim Aufsteigen des Schiffes das Haltetau um so mehr von der Senkrechten abweichen wird, je größer die dem Winde dargebotene Widerstandsfläche ist, und je stärker der Wind weht; auch werden

*) Siehe: „Luftreisen", Leipzig 1872, Seite 292.

Digitized by Google

die Schwankungen um so heftiger, je unregelmäßiger und stoßartiger der Luftdruck wirkt. In dem nachstehenden Entwurfe eines gefesselten Luftschiffes ist daher von der Kugelform des Schiffskörpers abgewichen und der Versuch gemacht worden, in Verbindung mit dem Auftriebe durch Wasserstoffgas die Stärke des Windes sowohl für eine möglichst steile Stellung des Haltetaues wie für die Stabilität des Schiffes auszubeuten.

Fertigt man aus dünnen Metallstäben einen Rahmen von oblonger Form mit zugespitzten Enden und bezieht denselben mit Leinewand, so könnte dieser Rahmen (Fig. 2) bei richtiger schräger Stellung und hinreichend starkem Winde nach Art eines Papierdrachens in die Höhe geführt werden, sobald der vom Winde ausgeübte und senkrecht nach oben gehende Druck größer ist als das Gewicht des Rahmens und der freischwebenden Schnur, die ihn am Boden festhält. Soll der Rahmen bei diesem Aufsteigen nicht die unsteten Bewegungen und Schwankungen haben, die wir bei dem gewöhnlichen Papierdrachen beobachten, so muß der in der Mitte der Widerstandsfläche zusammengedrängten Luft ein leichter Abzug gestattet werden, wie dies auch für Fallschirme geboten ist, die ohne einen solchen Abzugskanal sehr gefährlichen Schwankungen würden ausgesetzt sein. In Fig. 2 sind die Abzugskanäle des Rahmens bei a, b und c. Bringt man auf der oberen Seite des Eisenrahmens einen Gasbehälter an, dessen Netzwerk am Rahmen befestigt ist, so wird, wenn die Steigkraft des eingeschlossenen Gases hinreichend groß ist, die ganze Vorrichtung auch ohne den Druck der Luft aufsteigen und bei ruhiger Luft wie in Fig. 4 schweben. Es bedeutet in Fig. 4 A den Gasbehälter, B den Bodenrahmen, a, b, c Schläuche, welche zwischen der Leinewand und dem Boden des Gasbehälters die verdichtete Luft nach dem der Windrichtung entgegengesetzten Ende zu abführen; C ist der am Haltetau D befestigte Schiffskorb, in welchem zwei Mann Platz finden. Das Haltetau D ist mit den Tauen E fest verbunden, wie in Fig. 3 während die Taue F und G vermittelst einer vom Schiffskorbe, aus zu drehenden Trommel verkürzt oder verlängert werden können.

Ist die Luft nicht in vollkommener Ruhe, so wird das Schiff in Fig. 4 durch den Druck derselben, sobald dieser größer wird als der Auftrieb des Gases, zur Seite gedrückt werden. In diesem Falle wird nun (Fig. 5) Tau F verlängert und Tau G verkürzt, wodurch dem Winde eine schiefe Fläche zugekehrt wird, die er, wie

Digitized by Google

beim Drachen, aufwärts drückt. Es wird also die bei den einfach kugelförmigen Luftschiffen auf Niederdrücken wirkende Kraft des Windes für die entgegengesetzte Wirkung des Tragens ausgebeutet, wobei die Kraftäußerung des Windes um so stärker sein muß, je größer die ihm dargebotene Fläche ist.

Die Befestigung des Schiffskorbes am Ende des Haltetaues dürfte auch der vierten Anforderung, daß nämlich die Schwankungen auf ein geringes Maß zurückgeführt werden müssen, entsprechen, indem einmal das Ende des Haltetaues ruhiger ist als irgend ein Punkt des ganzen Systems, und zweitens eine längliche Oeffnung im Boden des Schiffskorbes auch den Schwingungen des Haltetaues Raum darbietet.

Die Transportfähigkeit dieses Luftschiffes würde schließlich dadurch leicht herzustellen sein, daß der Gasbehälter zum Abbinden und der Rahmen durch Gelenke und Schieber so eingerichtet wird, daß man ihn zusammenlegen oder auch auseinandernehmen kann.

Bau-Entwürfe von lenkbaren Luftschiffen.

Die Versuche, die mit Schraubenluftschiffen gemacht worden sind und von denen der erste im Jahre 1852 mit einem Fahrzeuge ausgeführt wurde, in welchem eine dreipferdige Dampfmaschine eine Schraube in Rotation versetzte, haben, wenn sie auch nicht ein hinreichendes Maß eigener Geschwindigkeit erreichen konnten, doch den Beweis geliefert, daß die Schiffe dem Steuer gehorchen. Es bleibt somit die Vergrößerung der Eigengeschwindigkeit des Schiffes anzustreben und von dieser allein hängt seine Lebensfähigkeit ab.

Bedenkt man, daß das mit Gas gefüllte Gefäß einen sehr großen Umfang hat, daß also der Luftwiderstand ein ungemein großer ist, und daß derselbe durch die Reibung der Luft an der wellenartig schwingenden Oberfläche sehr vermehrt wird; berücksichtigt man ferner, daß die Strömungen der Luft, auch wenn sie auf der Erdoberfläche nicht sehr bedeutend erscheinen, in den höheren Regionen meistens eine Geschwindigkeit haben, mit welcher verglichen die der schnellsten Dampfschiffe gering erscheint, so muß man wohl von vorneherein von der Erwartung zurückstehen, daß man im Stande sein wird, Luftschiffe zu erbauen, mit denen man ebenso unabhängig von den Luftströmungen wird, wie dies auf dem Meere mit den großen Dampfern erreicht ist. Durchläuft z. B.

Digitized by Google

ein Wind vier deutsche Meilen in der Stunde, so würde man, um einen vier Meilen entfernten Ort gegen Wind zu erreichen, dieselbe Geschwindigkeit des Schiffes vorausgesetzt, acht Meilen zurückzulegen haben, eine Leistung, die wohl ohne Weiteres als vollständig unmöglich bezeichnet werden kann. Bei der Verwendung lenkbarer Luftschiffe wird man daher auf die Ausnutzung günstiger Windrichtungen den hauptsächlichsten Werth zu legen und die Lenkbarkeit des Schiffes nur in dem Sinne auszubeuten haben, daß man unter einem Winkel von der herrschenden Windrichtung abweicht und dadurch Raum nach der Seite gewinnt. Hat man eine so große Eigengeschwindigkeit erreicht, daß man bei einer nicht zu geringen Stärke des Windes unter 45 Grad von der Windrichtung abweichen kann, so würde man, wenn zwei übereinander liegende, entgegengesetzte Luftströme vorhanden sind, wie dies für gewöhnlich anzunehmen ist, im Stande sein, nach jeder Richtung hin ein Ziel zu erreichen. Es setzt dies eine genaue Kenntniß der gerade herrschenden Strömungen voraus, die sich indessen leicht beurtheilen lassen, wenn man kleine farbige Gasknoten aufsteigen oder kleine Fallschirme sinken läßt.

Unter der Voraussetzung einer derartigen Verwendung der Luftschiffe sind vom Verfasser zwei Fahrzeuge konstruirt worden, von denen das eine durch ein wechselndes Steigen und Fallen wie beim Vogelfluge, das zweite durch rotirende Räder eine fortschreitende Bewegung erhalten soll. Das für die Fallbewegung konstruirte Luftschiff*) dürfte allerdings zum Rekognosziren, wozu ein gleichmäßiges Hinschweben über dem Erdboden gefordert werden muß, nicht geeignet sein, könnte aber in eingeschlossenen Festungen zum Nachrichtendienste verwerthet werden, zumal seine Herstellung nur geringe Schwierigkeiten macht.

Es besteht dieses Schiff (Fig. 6) aus einem oberen Gasbehälter A, der mit Wasserstoff gefüllt ist und eine längliche Form mit zugespitzten Enden hat; ferner aus den beiden unteren Luftbehältern B, B, welche abwechselnd mit warmer Luft gefüllt oder von derselben entleert werden. Diese Behälter sind am Rahmen C befestigt, der (Fig. 10 und 12) aus Eisenstäben gebildet und

*) Eingehender, als es hier geschehen, ist dieses Luftschiff in der Zeitschrift: „der praktische Maschinen-Konstrukteur", Leipzig 1873, Seite 11 und 22 besprochen worden.

Digitized by Google

mit ausgespannter Leinewand überzogen ist. Vermittelst gelenkiger Stäbe ist mit dem Rahmen der Schiffskorb D verbunden, welcher durch die Taue E und F (Fig. 6) nach jedem Ende des Schiffes hin verschoben werden kann. Hinter dem Korbe ist in Fig. 12 unter jeder der beiden Rahmenschienen ein Steuerrahmen G angebracht, welcher durch Anziehen von Tauen nach außen bewegt werden kann, wie dies in Fig. 10 unter der unteren Rahmenschiene bei G geschehen ist. Diese Stellung des Steuers bewirkt bei der Vorwärtsbewegung einen großen Widerstand auf der einen Seite und verändert so die Bewegungsrichtung des Schiffes.

Es ist nun die Füllung des Gasbehälters mit Wasserstoff so bemessen, daß das Schiff, wenn es durch Erwärmung der Luft in den unteren Behältern noch einen Auftrieb von 380 K. erhält, dicht über dem Erdboden schwimmend erhalten wird. Wird durch Vermehrung der erwärmten Luft der Auftrieb bis zu 390 K. vergrößert, so steigt das Schiff, und wenn es hierbei durch die Verschiebung des Korbes nach rückwärts eine schiefe Stellung hat wie in Fig. 6, so wird es sich in der Richtung des Pfeiles vorwärts bewegen. Ist dann das Schiff im höchsten Punkte, den man erreichen will, angelangt, mag dieser Punkt durch eine andere Windrichtung oder in den höchsten Regionen durch die Ausdehnung des Wasserstoffbehälters bestimmt werden, so wird dem Schiffe durch die Verschiebung des Korbes die entgegengesetzte Neigung ertheilt; entfernt man nun die warme Luft, indem man die Schläuche der Behälter hochhebt und Stricke, die unterhalb ausgebreitet sind, anzieht, so wird dem Schiffe plötzlich ein Auftrieb von 390 K. entzogen und es beginnt mit diesem Gewichte zu fallen.

Die Möglichkeit, in Verbindung mit einem Wasserstoffbehälter erwärmte Luft zum Auftriebe des Schiffes zu benutzen, hängt einzig von der Einrichtung des Anwärmegefäßes ab, welches einerseits völlig ungefährlich sein, anderseits der Belastung wegen eine vollständige Ausbeute der durch die Verbrennung hervorgebrachten Wärme ergeben muß. Eine diesen Anforderungen entsprechende Vorrichtung zeigen die Fig. 9 und 11. In dem senkrechten Durchschnitte von Fig. 9 strömt bei a atmosphärische Luft in den Kasten b ein, geht von hier in die Röhren c und trifft bei d auf einen Strahl von Petroleumäther. Dieser verdampft sofort und wird bei e mittelst eines durch den galvanischen Strom glühend gemachten Platindrahtes entzündet. Das entzündete Gas tritt nun

Digitized by Google

in eine Verbreiterung des Rohres c, wovon Fig. 11 die obere Ansicht giebt, verbrennt hier vollständig und entweicht als abgekühlter Dunst aus dem Kasten f. In Fig. 9 tritt nun bei g die für den Luftbehälter des Schiffes bestimmte anzuwärmende Luft ein, wird durch die Röhre c allmälig erhitzt und geht durch die Röhre h in den Luftbehälter des Schiffes. Um eine schnelle Circulation der Luft zwischen Luftbehälter und Heizgefäß herbeizuführen, ist in dem Schiffskorbe ein Ventilator mit einer Gasmaschine nach Lenoir aufzustellen, deren Kühlwasser und Verbrennungsprodukte gleichfalls zum Anwärmen der Luft benutzt werden können.

Um ein Urtheil über die mit diesem Schiffe zu erreichende Geschwindigkeit zu erhalten, mögen zum Zwecke einer Berechnung alle Widerstände beim Fallen einer ebenen Fläche f von 112 □M. gleich gesetzt werden. Diese Fläche f wird durch das Gewicht P = 390 K. gegen die relativ ruhende Luft bewegt und zwar mit einem Drucke, für den unter Berücksichtigung der mit der Schnelligkeit der Bewegung veränderlichen Dichtigkeit der Luft dieselben Gesetze gelten wie für den Druck eines im unbegrenzten Wasser bewegten Körpers. Ist nun u ein Reduktionsfaktor, d das Gewicht von 1 Kbm. Luft von einer der Bewegung entsprechenden Dichtigkeit, c die Geschwindigkeit der bewegten Fläche f, und g die beschleunigende Kraft der Schwere, so ist für den senkrechten Fall:

$$P = \frac{u f d c^2}{2 g},$$

also:

$$c = \sqrt{\frac{P \cdot 2g}{ufd}} \quad \ldots \quad (1)$$

Ist ferner v die Geschwindigkeit, womit die Luft in den leeren Raum einströmen würde und d^1 das Gewicht von 1 Kbkm. Luft im Normalzustande, so ist bei der Annahme, daß die Dichtigkeit der Luft im Verhältniß von c zu v zunimmt,

$$d = \left(1 + \frac{c}{v}\right) d^1 \quad \ldots \quad (2)$$

Es sei nun annähernd $c = 0{,}01\ v$, dann wird in Gleichung 2:

$$d = \left(1 + \frac{0{,}01\ v}{v}\right) d^1 = (1 + 0{,}01)\ d^1.$$

Da ferner v = 396,5 M. und d^1 abgerundet = 1,3 ist, so

Digitized by Google

wird d = 1,313 K. Dieser Werth in Gleichung 1 eingesetzt, ebenso u = 1,25 und g = 9,8 ergiebt:

$$c = \sqrt{\frac{390 \cdot 2 \cdot 9{,}8}{1{,}25 \cdot 112 \cdot 1{,}313}} = \sqrt{\frac{3822}{91{,}91}} = 6{,}4 \text{ M.}$$

Es würde also das Schiff, wenn es mit dem Querschnitte von 112 □M. die Luft im senkrechten Falle durchschnitte, die gleichförmige Geschwindigkeit von 6,4 M. in der Sekunde erreichen. Das Schiff soll sich nun aber auf einer Ebene von 30 Grad Neigungswinkel bewegen, seine Geschwindigkeit wird daher c . sin 30° = ½ . 6,4 = 3,2 M.

Würde dieses Maß von Geschwindigkeit vorläufig auch als genügend angesehen werden, so hat dieses Luftschiff, abgesehen von dem starken Verbrauche an Brennmaterial, das hier als Gewicht in Rechnung kommt, doch den bereits oben berührten Mangel, daß nämlich zu seiner fortschreitenden Eigenbewegung ein beständiger Wechsel zwischen Steigen und Fallen mit bedeutenden Höhenunterschieden erforderlich ist. Um daher zum Zwecke von Rekognoszirungen Fahrten von längerer Dauer unternehmen zu können, ist das nachstehende Fahrzeug entworfen worden.

Das Radluftschiff.

Der Gasbehälter A in Fig. 13 ist 70 M. lang, läuft an beiden Enden spitz zu und hat bei gewöhnlicher Füllung auf etwa 40 M. Länge einen Durchmesser von 14 M. Durch Querwände ist der Behälter in sieben Kammern von je 10 M. Länge eingetheilt, von denen jede mit einer zweiten inneren Wand von dünnem Stoffe versehen ist, so daß, wenn die äußere Hülle durch irgend welche Zufälligkeiten Risse erhalten sollte, eine plötzliche und zu reichliche Gasausströmung verhindert wird. Der Querschnitt in Fig. 14 zeigt die Tragseile des über dem Gasbehälter A ausgespannten Netzwerkes an dem Eisenrahmen B befestigt, welcher aus vier Schienen besteht, von denen die zwei oberen, wie Fig. 13 zeigt, aufwärts, die beiden unteren abwärts gebogen sind. Je zwei Schienen einer Seite sind durch Querschienen zu einer Wand vereinigt, und beide Wände (Fig. 15) sind mit einer parallelen Spannung von 1 M. mit einander verbunden. In der Mitte des Rahmens ist der Schiffskorb angebracht, welcher zur Aufnahme

Digitized by Google

von drei Mann Raum bietet. Die hier aufgestellte Gasmaschine (nach dem System Langen-Otto in Köln) treibt eine Welle, von welcher nach beiden Enden des Rahmens hin Treibriemen laufen, die dazu bestimmt sind, mehrere Lufträderpaare C, D in Bewegung zu setzen. Fig. 16 giebt die seitliche Ansicht eines Luftrades C, welches so konstruirt ist, daß es bei der Rotation in der Richtung des Pfeiles α die Achse in der Richtung des Pfeiles β vordrückt. Um diese Wirkung zu ermöglichen, hat das Rad folgende Einrichtung. Die vom Treibriemen getriebene Achse ragt um 1,6 M. über beide Seiten des Rahmens hervor, Fig. 14 bei C, und jedes freistehende Ende derselben ist sowohl am Halslager wie am äußersten Ende mit sechs fest eingesetzten Speichen versehen, Fig. 16 E, welche unter sich durch Stangen so verbunden sind, daß sie ein festes Ganzes bilden. In jeder Speiche befinden sich vier Zapfenlöcher, worin die Zapfen von Schaufeln drehbar eingesetzt sind. Eine Schaufel, Fig. 17 F, ist 0,5 M. breit und wird durch eine röhrenförmige, mit den genannten Zapfen versehene Achse gebildet, an deren Enden dünne Schienen durchgeschoben sind, welche wieder durch ein Geflecht von spanischem Rohre verbunden und mit Leinewand überzogen sind. Werden diese Schaufeln wie in der unteren Hälfte von Fig. 16 und 17 so gestellt, daß sich ihre Ränder berühren, so bieten sie der Luft eine große Widerstandsfläche dar und werden bei der Umdrehung des Rades einen Druck auf die Achse ausüben; sind sie dagegen so gedreht, daß sie wie in der oberen Hälfte von Fig. 16 und 17 ihre scharfen Kanten der Luft zukehren, so werden sie letztere ohne merklichen Widerstand durchschneiden.

Dieses selbstthätige Arbeiten der Schaufeln wird mit Hülfe einer Schieberplatte G, Fig. 19, erreicht, welche in der Längenrichtung verschiebbar an jeder Speiche anliegt. Fig. 18 zeigt den Durchschnitt dieser Vorrichtung. Nach der Schieberplatte zu sind die Zapfen der Schaufeln mit kurbelartigen Ansätzen versehen, welche in den entsprechenden geraden Schlitz der Platte passen; wird letztere nach der Achse zu gezogen, so werden die Schaufeln vermittelst der Kurbeln so gestellt, daß sie die Luft durchschneiden, während sie um 90 Grad gedreht werden, also einen Druck ausüben, wenn die Schieberplatte von der Achse abgerückt wird. Die rechtzeitige Verschiebung der Platten wird herbeigeführt durch eine am Rahmen befestigte Scheibe H, in welche kreisbogenförmige

Digitized by Google

Nuthen eingeschnitten sind, deren obere einen kleineren Halbmesser hat als die untere; beide Nuthen gehen durch Kurven in einander über. In Fig. 18 sind diese Nuthen sichtbar, ebenso die Zapfen, welche in sie hineingreifen. Es muß somit die Schieberplatte bei jeder Wellenumdrehung einen Hin- und Hergang machen, und dadurch die Wirkung der Schaufeln regeln.

Auch bei den Lufträdern setzt die Festigkeit des Materials, wie dies bereits im Eingange dieser Abhandlung mit Beziehung auf die Schraube erwähnt wurde, gewisse, nur auf experimentalem Wege aufzufindende Grenzen fest, die man nicht überschreiten darf, ohne gleichzeitig eine unverhältnißmäßige Vergrößerung des Gewichtes herbeizuführen. Der Vortheil dieses Systems liegt somit, wie auch bereits oben angedeutet worden ist, darin, daß man je nach der Maschinenkraft mehrere Räderpaare, von denen immer ein Rad C, Fig. 13, mit den unteren, und das andere Rad D mit den oberen Speichen wirkt, hintereinander setzen kann. Wollte man die Räderpaare unmittelbar hintereinander setzen, so würden die hinteren in einem todten Luftstrome arbeiten, da die vorderen die Luft stark nach rückwärts werfen. Durch Versuche wird man daher festzustellen haben, wie weit man, ohne an Wirkung einzubüßen, die Räderpaare auseinander setzen muß, und es ist in Fig. 13 die Annahme, daß die Räder bei einer Entfernung von ungefähr 20 M. nicht mehr ganz in todter Luft laufen, eine willkürliche. Ob man in der Vermehrung der Zahl der Räder noch weiter gehen darf, indem man z. B. die Achse auf jeder Seite um 1,5 M. verlängert und die Räder um diese Entfernung vom Rahmen abrückt, ist eine Frage, die gleichfalls nur durch praktische Versuche entschieden werden kann.

Das Steuer befindet sich (Fig. 13) am hinteren Ende des Rahmens bei K und besteht aus einem dreieckigen Kegel von 15 bis 16 □M. Fläche; die hintere Spitze desselben ist am Ende der oberen Rahmenschienen, und die untere Spitze am Ende der unteren Schienen befestigt, während die vordere obere Spitze an einer Rolle sitzt, welche zwischen den kurvenförmigen Schienen LM (Fig. 15) mit Hülfe von Tauen, die vom Schiffskorbe aus gehandhabt werden, zu verstellen ist. Das Segel kann somit in die punktirten Stellungen von Fig. 15 gebracht werden, worin es bei der Vorwärtsbewegung einen die Bewegungsrichtung verändernden Druck ausüben wird.

Digitized by Google

Soll das Schiff in wagerechter Richtung fortschreiten, so muß es hierzu eine horizontale Lage haben, die durch Gewichte, welche in der Längenrichtung verschiebbar sind, herzustellen ist. Die Anbringung eines derartigen Gewichtes, wozu sich am besten der mitzuführende Ballast eignet, und zwar Kautschukgefäße mit Wasser, erlaubt ferner auch eine beliebige Verschiebung des Schwerpunktes zu dem Zwecke, das Schiff bis zu einem gewissen Grade in schräger Richtung auf- oder niedersteigen zu lassen, indem die Spitze des Fahrzeugs entweder gehoben oder gesenkt wird. Man erspart hierbei ein häufiges Ausschütten von Ballast und Ablassen von Gas und erleichtert wesentlich das Landen, bisher eines der gefährlichsten Manöver der Luftschiffe.

Was die Gewichtsverhältnisse eines nach den oben angegebenen Abmessungen erbauten Luftschiffes betrifft, so ist die genaue Normirung der Gewichte nur nach den eingehendsten Versuchen möglich. Um indessen ein allgemeines Urtheil über die Ausführbarkeit der Konstruktion dieses Schiffes bilden zu können, sind hier folgende Gewichte, welche der Tragkraft des Schiffes in Fig. 13 ungefähr entsprechen würden, angenommen worden:

Gasbehälter und Netzwerk	2250 K.
Rahmen und Schiffskorb	1800 =
Sechs Achsen mit Rädern	1800 =
Maschine mit Petroleumäther	1900 =
Drei Leute als Besatzung	300 =
im Ganzen	8050 K.

Eine Berechnung der Geschwindigkeit, die dieses Schiff wird erreichen können, ist ohne Vorversuche nicht möglich. Es würden diese Versuche in der Weise auszuführen sein, daß man zunächst einzelne Räder anfertigt und in Bezug auf Größe, Festigkeit und Gewicht genau bestimmt; demnächst würde ein mit Rädern, Maschine und Schiffskorb ausgerüsteter Rahmen zu erbauen und auf Rollen so zu unterstützen sein, daß die Räder ebenso wie an einem freischwebenden Schiffe arbeiten können. Aus diesen Vorversuchen würde ein Anhalt für die Maschinenstärke und die mitzuführende Menge Petroleum zu gewinnen und schließlich die Größe des als Träger dienenden Gasbehälters zu bestimmen sein. Im Laufe dieser Versuche könnten auch darüber Erfahrungen gesammelt werden, wie sich dieses Schiff am günstigsten zerlegen läßt, um

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

auf Wagen bequem transportirt und sodann schnell zusammengesetzt zu werden, eine Anforderung, welcher die Luftschiffe unbedingt entsprechen müssen, wenn sie, ihre sonstige Brauchbarkeit vorausgesetzt, im Feldkriege von Werth sein sollen.

K. Gaede,
Hauptm. à la suite des Magdeburg. Fuß-Art.-Regts. Nr. 4, Lehrer der Kriegsschule zu Hannover.

XIV.

Bemerkungen über den Bau von Angriffs- und Küsten-Batterien nach der Vorschrift von 1865, sowie Vorschläge zum Bau von Batterien mit tieferen Geschützständen.

(Hierzu Tafel III.)

Einleitung.

Die große und gerechte Aufmerksamkeit, welche seit Einführung der gezogenen Geschütze und der erhöhten Lafseten dem Batteriebau zugewendet worden ist, hat denselben wesentlich verändert. Man ist bestrebt gewesen, den Umständen, welche die neue Angriffsweise von Festungen bedingt, Rechnung zu tragen und ohne die eigene Feuerwirkung zu beschränken, Mannschaften, Geschütze und Munition gegen das verheerende feindliche Feuer besser als dies früher geschehen zu decken. Dennoch will es scheinen, als sei dies Streben immer noch nicht mit dem genügenden Erfolg gekrönt, als sei man noch nicht am Ziel des erreichbar Möglichen ange-

Digitized by Google

langt. Die Komplizirtheit des Baues einer Batterie mit ihren Apparaten nach verschiedenen Modellen, die große Zahl von Arbeitern, die Menge von Batteriebaumaterial, Schanzzeug ꝛc. scheint im Widerspruch zu stehen mit der Freiheit in der Benutzung des durch die große Schußweite und die Treffsähigkeit dem Angreifer gestatteten Terrains, dessen Verhältnisse stets günstige Abweichungen von dem normalen Bau zulassen werden. Es scheint auch, als ob dem bauenden Offizier die Schranken der Vorschrift zu eng gezogen seien, oder als ob er sich nicht mit Gewandtheit dem jedesmaligen Zweck und den Verhältnissen entsprechend davon frei zu machen wüßte. Es sind Batterien gebaut worden, bei denen man, nur um die vorschriftsmäßige Tiefe zu erlangen, in plötzlich auftretendem steinigen Boden die Hacken zerschlug, die Arbeit über Gebühr verzögerte und die Brustwehr für einen Kartätschschuß günstig gestaltete, statt den Boden vorher gründlicher zu untersuchen, oder denselben in größerem Umfange abzuschälen. Andern Batterien auf Entfernungen von 4000 M. gab man Brustwehrstärken von 7 M. und darüber, dabei nur die vorschriftsmäßige Höhe von 2¼ M., während bei den entsprechenden Einfallwinkeln erstere sehr wenig, letztere ganz außerordentlich beansprucht wird, wodurch es möglich wurde, daß Granaten unmittelbar in den Batteriehof schlugen, in die hinteren häufig aufgehöhten Böschungen fuhren und durch ihr Krepiren der gesammten Bedienung außerordentlich gefährlich werden konnten. Batterien lagen unmittelbar auf einer senkrechten Terrasse und hatten dicht hinter sich ausgedehnte hohe Gebäude, so daß dem mit dem Terrain bekannten Vertheidiger jeder Fehlschuß gewissermaßen angezeigt und durch ihn der Ruhm leicht erworben wurde, im Besitz eines gleich guten Geschützsystems zu sein. Bei andern Batterien, welche dem Schräg- oder gar dem Enfilirfeuer plötzlich auftretender feindlicher Kontre-Batterien ausgesetzt waren, lagen die Geschützmitten nicht so weit auseinander, um Traversen errichten zu können, mußten also umgebaut, mit ungeheuren Epaulements versehen, oder im inneren Raume außerordentlich beengt werden u. s. w.

Es dürfte sich daher empfehlen, auch im Frieden häufiger Abweichungen von dem normalen Bau zuzulassen und diesen nur auf die Instruktion zu beschränken. Es müssen Batterien in jeder Art von Terrain nach hinten und nach vorn abfallend, unter Benutzung von flachen und steilen Hügeln gebaut werden. Und nicht allein

Digitized by Google

diese Ausnahmen müssen zur Geltung kommen, sondern auch Fälle angenommen werden, unter denen nicht alle Erfordernisse an Mannschaft, Schanzzeug, Baumaterial oder in anderen Formen und Quantitäten, wie dies ja so häufig vorkommt, zur Disposition stehen. Hierdurch wird der Offizier befähigt werden, sich von den gebotenen Ausnahmen, die in Wirklichkeit häufiger als die Regel eintreten, eine richtige Vorstellung zu machen und sich leichter den Verhältnissen zu accommodiren.

Unsere Vorschrift für den normalen Batteriebau wünscht nun Verfasser selbst als Ausnahme betrachtet zu sehen, da ihr viele später erwähnte Nachtheile anhaften, und erlaubt sich als Regel den Bau von Batterien vorzuschlagen, welche tiefere Geschützstände, niedrigere Brustwehren, bequemere Unterkunft und Munitionsräume haben, deren Geschützmitten weiter auseinander gerückt und zu denen weniger Zeit, Material und Arbeiter erforderlich sind. Er ist weit entfernt zu glauben, daß die vorgeschlagene Veränderung etwas Abgeschlossenes oder gar Vollendetes bringt, er ist aber der Meinung, daß in derselben Vieles der Verbesserung fähig, unter den Bemerkungen Manches der Berücksichtigung werth ist, und empfiehlt deshalb dieselbe dem weiteren Nachdenken der Kameraden.

I. Bemerkungen zu dem Entwurf zur Anleitung über den Bau von Angriffs-Batterien vom Jahre 1865.

1. Warum im § 8 ohne Angabe des Grundes festgestellt wird, daß man die Geschützstände nur bis zur halben Brustwehrhöhe unter den Horizont versenken soll, ist nicht recht einzusehen. Der Vortheil, welcher aus der geringeren Erdarbeit entspringt, wiegt nicht immer denjenigen auf, welcher durch eine tiefere Senkung, sobald diese überhaupt möglich ist, eine bessere Deckung für die Bedienung und das Geschütz verspricht und weniger Bekleidungs-Material erfordert. Jener Vortheil ist auch nur darauf begründet, daß das Profil des Brustwehrkörpers mit dem des hintern Grabens übereinstimmt; sobald aber die gewonnene Erde auch anderweitig zweckmäßige Verwendung finden kann, fällt dieser Grund fort.

Digitized by Google

Die Höhe und Stärke des Brustwehrkörpers selbst muß den Entfernungen und Fallwinkeln entsprechend in einem umgekehrten Verhältniß stehen. Mit der Nothwendigkeit einer größeren Höhe, welche den Batteriehof vor einschlagenden Geschossen sichern soll, kann die Stärke um mehrere Meter bis auf 5 herabsinken, während sie umgekehrt auf 7 ja 8 M. vermehrt werden muß, wo es darauf ankommt, der größeren Perkussion einen größeren Widerstand entgegen zu setzen; ersteres ist ein Umstand, der in Bezug auf Schwierigkeit der Arbeit erheblich ins Gewicht fällt. Nach Ansicht des Verfassers erscheint es auch zweckmäßig, der Brustwehrkrone der Elevation entsprechend in ihrer Mitte eine größere Höhe zu geben als hinten. Nicht allein werden streifende Granaten früher zum Explodiren gebracht und verhindert, die innere Krete so leicht abkämmen zu können, sondern die Scharten können noch flacher gehalten und die Uebelstände mehr vermieden werden, welche das eigene Feuer an der Bekleidung verursacht. Außerdem entsteht aber noch der Vortheil, daß man dem Unterstande, ohne ihn kenntlich zu machen, eine stärkere Decke und eine geringere Tiefe geben kann. — Ein Zurückfließen von Regenwasser ist bei aufgeschüttetem Boden nicht zu besorgen.

2. In § 9 ist gesagt, daß Batterien von mehr als 4 Geschützen dem Feinde ein zu großes Zielobjekt bieten und daß die Anlage von Batterie-Magazinen erschwert wird. Bei der heutigen Präzision des Geschützfeuers hat die Größe einer Batterie nur dann einen Nachtheil, wenn sie gleichzeitig von verschiedenen Werken aus, namentlich in schräger Richtung beschossen werden kann; sobald sie aber zur feindlichen Schußrichtung im Allgemeinen winkelrecht liegt, sobald die einzelnen Geschütze weiter von einander entfernt und durch Traversen getrennt sind, wird in einer großen wie in einer kleinen Batterie auch jedes Geschütz dem Feinde als Zielobjekt dienen. Wenn nun, wie später gezeigt werden soll, auch die großen Batterie-Magazine in Wegfall kommen könnten, so würde einer größeren, der einheitlichen Leitung des Feuers wegen bisweilen wünschenswerthen Vereinigung von Geschützen nichts im Wege stehen und der angeführte Vortheil, welchen große Batterien haben, daß sie die Arbeit eines Kastens ersparen, möchte nicht der einzige sein.

3. Die Erwägungen, welche im § 17 für die Normirung der hintern Schartenöffnung angeführt worden, sind für die heutigen

Digitized by Google

flachen Scharten und für die erhöhten Laffeten nicht mehr in dem Grade maßgebend. Auch eine engere Schartenöffnung kann das Geschützrohr nicht vor dem direkten Treffer sichern, und die Laffete wird jetzt besser als früher durch den vollen Brustwehrkörper gedeckt. Auf der andern Seite ist die Zerstörung durch das eigene Feuer vermehrt ins Auge zu fassen, da das weiter zurückliegende Schildzapfenlager und die größeren Räder der Belagerungs-Laffeten, sowie die im Allgemeinen kürzeren Röhre einen schädlicheren Einfluß darauf haben. Verfasser glaubt, daß die hintere Weite bis auf einen Meter sich vergrößern dürfte.

4. In Bezug der Bekleidung der Scharten, welche durch Einführung einer muldenartigen Aushöhlung der Brustwehr die denkbar einfachste Form erhalten haben, möchte Verfasser bemerken, daß auch diese nicht ganz ohne Bekleidung bleiben können. Es ist dieselbe aber nicht an den Seiten, sondern auf der Sohle anzubringen. Dadurch, daß die ausströmenden noch sehr gespannten Pulvergase die Erde nach vorn schleudern, entsteht dicht vor der Geschützmündung mit jedem Schuß eine größer werdende Vertiefung. Die fehlende Erde wird von seitwärts ersetzt, um den gleichen Weg zu machen, und so wird nicht allein an diesem so wesentlichen Theile die Brustwehr erheblich geschwächt, sondern in dem vordern Theile der Scharte ein Wall gebildet, welcher eine solche Höhe erreichen kann, daß bei kleinen Elevationen und meist damit verbundenen großen Ladungeu das Geschoß anstreift. Dieser Uebelstand ist im feindlichen Feuer nicht zu beseitigen und bedarf dringend der Abhülfe. Als solche erscheint es zweckmäßig, einen ca. $^3/_4$ bis 1 M. breiten und $1^1/_2$ bis 2 M. langen Bretterbelag auf der Sohle anzubringen, welcher vorn durch einige schief eingeschlagene Pfähle, hinten durch ein über die hintere Schartenöffuung übergreifendes Querstück festgehalten wird.

5. Den Seitenböschungen im Graben (§ 20) ganze oder gar doppelte Anlage zu geben, kann nicht für zweckmäßig gehalten werden; denn abgesehen davou, daß die Erdarbeit ganz erheblich vermehrt wird, so wird auch der Batteriehof durch die größere Oberfläche, die dem Regen dargeboten wird, zu einer Art Wasserfang. Es ist im Gegentheil darauf Rücksicht zu nehmen, daß kein unnützes Wasser von außen hineinfließen kann und deshalb an den nach dem Batteriehof abfallenden Stellen ein kleiner Damm von Erde zu bilden, um diesem Wasser wo anders hin Abfluß zu

Digitized by Google

verschaffen. Verfasser wünscht alle Böschungen so steil als möglich gehalten und für event. Kommunikationen mit schmalen Stufen versehen, die gleichzeitig zur Beobachtung dienen können.

6. Die durch Anlehnen von Rippen an die Brustwehr gebildeten Blindagen (§ 31) würden nur dann ihren Zweck, den Bedienungsmannschaften ein Zufluchtsraum zu gewähren, erfüllen können, wenn die Brustwehr eine größere Höhe hätte, als dies der Fall ist. In der bekannten Weise findet dies aber keineswegs statt. Sollen die (§ 35) angeführten Nachtheile vermieden und die oberen Enden der Rippen, wie dies kaum ausreichend 30 Cm. unter der Brustwehrkrone versenkt bleiben, so ist, wenn man noch die Stärke des Holzes in schräger Richtung in Abzug bringt, die lichte Höhe dicht an der Brust, welche meist noch stark geböscht ist, oder gar ein kleines Banket hat, selbst für kleinere Leute nicht einmal ausreichend; weiter davon entfernt können dieselben nur in ganz gebückter Stellung unterkommen. Dadurch kann der Raum, der an und für sich groß genug sein würde, in keiner Weise ausgenutzt werden. Ein Ausstechen des Fußbodens führt den Uebelstand herbei, daß alles Regenwasser sich unter der Blindage sammelt und, da dasselbe dort weniger verdunsten kann, dieselbe sehr bald in einem Sumpf verwandelt. Die geringe Zahl von Mannschaft, die Platz findet, macht also auch eine größere Zahl von Blindagen nöthig; dadurch wird nicht allein der Transport der schwierig zu beschaffenden großen Hölzer oder Eisenbahnschienen vermehrt, sondern die Geschützmitten müssen, wenn die Unterkunftsräume bequem liegen sollen bedeutend weiter auseinander gerückt und der Brustwehrkörper und mit ihm der Batteriehof übermäßig vergrößert werden. Die großen seitlichen Oeffnungen wenden die Gefahr nicht ab, daß Sprengstücke hier eindringen, müssen also durch Bekleidungsmaterial zugesetzt und verkleinert werden. Hierdurch entsteht wieder ein verlangsamtes Untertreten der Leute, die schon durch die so nahe über dem Boden befindlichen Wischerstangen aufgehalten sind, oder ein Drängen und Fliehen, eine Unruhe, die durchaus vermieden werden muß. Noch mißlicher wird die Lage, wenn in dem Momente der Ablösung, wie dies bei einem aufmerksamen Gegner häufig geschieht, das vermehrte feindliche Feuer auch eine vermehrte Zuflucht nöthig macht. — Da die Hölzer bei einer Schanzkorbbekleidung nicht versenkt werden können, so muß für sie der entsprechende Theil der Brust mit Faschinen oder

Digitized by Google

sonstiger Holzzimmerung bekleidet werden, wodurch wiederum die Komplizirtheit des Baues wegen des verschiedenen Bekleidungs-Materials, der verschiedenen Maße ꝛc. ganz erhe lich zunimmt. Auch die schräge Form der Decke, sobald dieselbe namentlich steiler abfällt als dem Fallwinkel der feindlichen Geschosse entspricht, ist nachtheilig, da die obere Ecke leicht abgekämmt, die Erde herabgeworfen und dieser an und für sich schon schwache Punkt noch mehr gefährdet wird. Alle diese vielfachen Nachtheile lassen sich durch ein Tieferlegen der Geschützstände auf die einfachste und sicherste Weise beseitigen und muß die dadurch erreichte bessere Erhaltung der Bedienungsmannschaft allein schon Grund genug sein event. oder damit verbundene Uebelstände in Kauf zu nehmen.

Vollständige Sicherheit von einem Unterkunftsraum, der dauernd im Bereich des heftigen feindlichen Feuers liegt, zu verlangen, ist ohne sehr erhebliche Vorbereitungen und Arbeitskraft eine zu hohe Anforderung, darf auch für eine Bedienungsmannschaft, die augenblicklich bereit sein muß wieder ans Geschütz zu treten, nicht in der Absicht liegen. Solche Räume liegen zweckmäßig seitwärts der Batterie in den Kommunikationen, werden dort dem Auge des Feindes entzogen, auch ohne Belästigung bleiben, und dienen dann auch wirklich zur Ruhe und Erholung für die überangestrengte Mannschaft.

7. In Bezug auf bie Anforderungen an Batterie-Magazine (§ 32—37) können seit dem Jahre 1865 doch andere Einrichtungen Platz greifen. Da im preußischen Belagerungstrain mit Ausnahme der 15 Cm.-Mörser gar keine glatten Geschütze mehr vorhanden, die Munition der gezogenen Geschütze schon in den Laboratorien vollständig fertig gemacht werden kann, dieselbe, was die Geschosse anbetrifft, auch nicht mehr wie früher der Gefahr unterliegt durch umherfliegendes Feuer entzündet zu werden, so darf die Rücksicht auf eine größere Nähe der Unterbringung um so mehr in den Vordergrund treten als der Transport derselben an anderen Geschützen vorüber Unruhe, auch Mißverständnisse erzeugt und die transportirende Mannschaft erheblich mehr dem feindlichen Feuer aussetzt. Verfasser möchte aber noch einen andern Grundsatz aussprechen: Niemand, selbst der Muthigste, der kühn auf offenem Felde sein Leben in die Schanze schlägt, will dasselbe einer unsichern Deckung anvertrauen und elend und wie es ihm scheint unrühmlich unter einer Erddecke begraben oder durch eine

Digitized by Google

Explosion in Stücke gerissen werden; und welche Deckung darf sicher genannt werden, wenn der Feind, dem durch die sogenannten Normalbauten die Lage der bezüglichen Räume auf das Genauste bekannt ist, dauernd schweres Geschützfeuer dagegen richtet? Die Erdarbeit und die Komplizirtheit des Baues wird außerordentlich vermehrt, es wird wie absichtlich erst ein stets mehr oder weniger feuchter Raum zur Niederlegung des Pulvers geschaffen, die nur illusorische Sicherheit schließt eine Explosion nicht aus, wodurch nicht allein ein erheblicher Verlust zu beklagen, sondern auch durch die umherfliegenden Trümmer und Erdmassen die Batterie selbst in ihrer Thätigkeit wesentlich gefährdet ist. — Deshalb vielfache kleinere und doch sichere Räume für die Munition und dieselbe so nahe und bequem zur Hand, daß Niemand unnütz feindlichen Sprengstücken ausgesetzt wird. Deshalb Einbau dieser kleinen Räume in schon vorhandene Erdkörper und Vermeidung der oft wahrhaft riesenhaften Zeit, Raum, Material und komplizirte Vorbereitungen in Anspruch nehmenden Bauten.

8. Die Faschinen (§ 54) betreffend, so ist zu erwähnen, daß dieses Bekleidungs-Material stets das einfachste am leichtesten zu beschaffende bleiben wird; man wird deshalb in den meisten Fällen gezwungen sein, auch von ihm den ausgiebigsten Gebrauch zu machen. Ihre Länge aber von 5 M., noch nach der Stärke der Kasten von Batterien bemessen, die längst nicht mehr gebaut werden, muß durchaus unzweckmäßig genannt werden. Sie sind schwer immer nur durch 3 Mann zu handhaben, von denen der mittelste unverhältnißmäßig belastet wird, namentlich in koupirtem Terrain ist nicht leicht mit ihnen fortzukommen. Die Anfertigung ist eine schwierigere, die Faschinenbänke müssen sehr lang sein, sie passen sich den Verhältnissen der Batterie weniger an und müssen häufig zersägt werden, wodurch die Einfachheit des Baues wesentlich leidet. Würde ihre Länge auf 3 M. statuirt, so wäre sie durch 2 Mann bequem zu transportiren und die angeführten Nachtheile würden weniger hervortreten. Außerdem wäre noch bei ihrer Anfertigung zu bemerken, daß man fast jedes auch ziemlich starkes und krummes Strauchwerk zweckmäßig verwenden kann, wenn man die Krümmungen auf ihrer concaven Seite bis zur Hälfte einkerbt, wodurch letzterr beim Würgen fast völlig verschwinden und die Faschine wesentlich grader wird. Die Enden derselben müssen stets mit wenigstens 2 Bänden versehen werden, weil dann die-

Digitized by Google

selben in der Scharte dem eigenen Feuer und beim Durchtreiben der Pfähle dem Aufplatzen vermehrten Widerstand leisten können. Es erscheint auch nicht nöthig die Bänder so nahe an einander wie bisher zu legen und können deren 8 für eine 3 M. lange Faschine als ausreichend gelten. Außer der Förderung der Arbeit wird namentlich bei starkem Strauch das Springen mehr vermieden werden.

9. Schanzkörbe (§ 58) sind ein kostbares Material, weil ihre Anfertigung zeitraubender und das benöthigte Strauchwerk nicht überall zu haben ist. Sie bilden wegen ihrer Stabilität eine sehr gute Erdbekleidung und eignen sich namentlich zu den Ecken für die hintere Schartenöffnung. Es ist aber zweckmäßig, sie weniger stark zu flechten, die Pfähle dünner zu halten und damit das obere Flechtwerk durch die Pulvergase nicht abgerissen werde, die vor der Mündung befindlichen Körbe in ihrer ganzen Länge mit geglühtem Draht zu durchnähen.

10. Bei Eisenbahnschienen (§ 67) ist zu erwähnen, daß, wie zweckmäßig sie für Erddeckungen auch sein mögen, sie den großen Nachtheil haben, eine bedeutende Arbeitskraft für den Transport zu absorbiren und durch das unvermeidliche Aneinanderstoßen ein weithin tönendes gar nicht mißzuverstehendes Geräusch abzugeben.

11. § 85 bestimmt, daß das Schanzzeug in 4 Reihen geordnet werden soll, während die Faschinen durch 3 Mann getragen werden und die die Schlägel tragenden Aufseher (§ 86) auf dem rechten Flügel ihrer Leute stehen sollen. Dies erscheint demnach nicht in Uebereinstimmung, ebenso wenig, daß die Schanzkörbe, wenn je einer durch nur einen Mann getragen werden soll, nicht auch in 3 Reihen stehen.

12. In Bezug der Kniehurden (§ 61) erscheint es zweckmäßig, um den Seitenböschungen anstoßender Traversen oder Bankets Rechnung zu tragen, denselben eine trapezartige Form zu geben. Dies wird bei der Fertigung sehr leicht dadurch erreicht, daß man die Pfähle oben in etwas größerer Entfernung als sie in die Erde eingeschlagen sind an die Latte bindet. Diese Form gewährt den Vortheil, wirklich die ganze Böschung des Knies zu schützen und nicht bei losem Boden die Erde an den betreffenden Ecken herabfallen zu lassen. Auch bei der Verwendung zu leichten Bauten, wobei man sie mit dem breiten Theil nach unten durch die auf dem andern Ende zugespitzten Pfähle auf dem Boden be-

Digitized by Google

festigt, werden sie der angeworfenen Erde einen besseren Halt geben. Man kann dieselben, auch wenn sie in dieser Größe zu schwer werden sollten, aus 2 Hälften bestehen lassen, welche in einer Weise ein Trapez, in der andern ein Rechteck bilden, das dann auch zu einer Decke zu gebrauchen ist.

Auch von den Flechtzäunen, wie dieselben überall auf dem Lande vorkommen, kann man bei nicht ganz festem Boden für längere Böschungen oder für das durchgehende Knie einer Batterie zweckmäßigen Gebrauch machen. Sind dieselben nicht mehr ganz haltbar, so werden sie erst mit Draht durchflochten, derselbe auch durch die durchbohrten Pfähle gezogen, auf die gewünschte Länge abgeschnitten, an der Seite abgegraben und nun leicht herausgehoben und zum Bauplatz transportirt.

13. Die kastenweise Eintheilung der Leute und des Materials (§ 86) ist den heutigen Verhältnissen deshalb nicht mehr entsprechend, weil durch die flacheren Scharten die Kasten als solche gewissermaßen aufgehört haben zu existiren. Außerdem ist die geschützweise Eintheilung, wie dies aber nur theilweis in der Vorschrift für den beschleunigten Batteriebau (Passus 3 und 5) auch schon angeordnet, darum vorzuziehen, weil einmal eine vermehrte Verantwortlichkei, für die Branchbarkeit des Geschützstandes dem bauenden Offizier sich geltend macht, weil ferner ein größerer Wetteifer in der Arbeit erreicht wird und weil erfahrungsmäßig auf der Grenze der kastenweise zugetheilten Arbeitsstellen ein Wall stehen bleibt, der im letzten Theil, wenn die Kräfte der Leute zu erlahmen zu beginnen, grade besondern Eifer erfordert, um hier möglichst schnell die Bettung strecken zu können.

14. Ein Schanzkorb, welcher bei frischem Strauch ein Gewicht von ca. 40 K. hat, kann nicht von einem Manne auf weitere Entfernungen getragen werden. Es empfiehlt sich für den Fall, will man die rottenweise Eintheilung zu 3 Mann belassen, jeder Rotte 2 Körbe zum Tragen zuzuweisen.

15. Beim Ankern (§ 93) möchte Verfasser bemerken, daß es ihm zweckmäßig erscheint, wenn in der einen Ankeröse ein ca. 30 bis 40 Cm. langes offenes Drahtende eingedreht wird. Während man nun die eine Oese in der bekannten Art innerhalb des Brustwehrkörpers befestigt, wird die andere Oese mit dem Draht stets durch die ganze Bekleidung, sowohl bei Körben als bei Faschinen hindurchgeführt und hier an einem Faschinenpfahl, der wie bisher

Digitized by Google

im Innern des Schanzkorbes gewissermaßen als Knebel dient, festgeschnürt. Man vermeidet dadurch einmal die Unzuverlässigkeit in Bezug auf die Anspannung der Anker, deren Oese bei Faschinenbekleidung oft gar nicht von dem Pfahl durchnagelt ist, und ferner entsteht der große Vortheil, daß man mit Leichtigkeit Reparaturen vornehmen kann, was bei der bisherigen Weise erst nach Fortschaffung der Erde aus dem Korbe möglich wird.

16. Eine Grundfaschine für die Kniehurde zu strecken (§ 96) darf nur ausnahmsweise geschehen; denn abgesehen von der nicht unbedeutenden und zeitraubenden Arbeit, die außerdem das Bettungstrecken wesentlich behindert, ist diese Faschine oft Grund, daß die Laffetenräder nicht weit genug an das Knie stoßen, daß die Hurde nicht fest genug an der Böschung anliegt, daß diese selbst so weit gelockert und unterhöhlt wird, um nachher durch das Eintreiben von 5 unzweckmäßigen Hakenpfählen, deren Köpfe mehrfach abspringen und das Flechtwerk doch nicht festhalten, sicher einzustürzen. Die Nothwendigkeit, grade diese Böschung möglichst steil und selbst durch die Erschütterung des Schießens ungefährdet zu erhalten, macht eine große Vorsicht nöthig. Es wird deshalb vorgeschlagen, die etwas länger als gewöhnlichen Pfähle dicht an der Böschung ca. 20 Cm. weit in die bloße Erde zu treiben und dieselben oben mit geglühtem Draht an die Drahtbänder der Grundfaschine zu befestigen, oder noch besser sie an besonderen im Innern verpfählten Ankern anzuschnüren. Ein Ausweichen am Boden ist wegen der Bettung, die unmittelbar an die Hurde stoßen muß, und der Deckung des Geschützes wegen niemals zurückliegen darf, nicht möglich und die Böschung selbst wird in keiner Weise alterirt.

Für Geschütze, welche größere Seitenrichtungen zu nehmen haben, kann es sich bei den schmalen Bettungen ereignen, daß die Hemmkeile keine feste Lage haben und die Gefahr des Abgleitens der Laffetenräder entsteht. Wenn die Länge der Bettungsbohlen wie nothwendig von 9 Fuß auf 3 Meter steigt, also um fast 7 Zoll vergrößert wird, wird diese Gefahr etwas verringert. Größere Sicherheit wird die Einrichtung gewähren, daß man für diesen Fall einige längere Bettungsbohlen in der Mitte verwendet und sie nach der betreffenden Seite etwas überstehen läßt. Ein halber Meter kann als vollständig ausreichend angesehen werden.

Digitized by Google

II. Erforderniſſe für den vorgeſchlagenen und unter III. beſchriebenen Batteriebau.

1. Material für eine Kanonen-Batterie.

Benennung.	2	3	4
	Geſchütze.		
Faſchinen à 3 M. Länge.			
1ſte Lage	5	7½	10
2te Lage	2 + ²/₂	2 + ⁴/₂	2 + ⁶/₂
Unterkunftsraum	1	2	3
Zum Vorrath ¹/₁₀	1	1½	2
in Summa (pro Geſchütz 5)	10	15	20
Kniehurden, oben 4 unten 3 M. lang, 1½ breit	2	3	4
Anker incl. ¹/₁₀ Vorrath . . .	11	16	22
Faſchinenpfähle:			
pro Faſchine 5	50	75	100
pro Anker 1	11	16	22
zum event. Abſtecken 10 per Stand	20	30	40
Vorrath ¹/₁₀	8	12	16
Summa der Pfähle	89	133	178
Kreuzhölzer;			
für Bettungsrippen (5,70 M. lang)	6	9	12
zum Eindecken (2,85 M. lang) .	18	36	54
Bettungsbohlen:			
für die Bettungen	36	54	72
im Unterkunftsraum	2	4	6
hintere Kommunikation	3	6	9
Summa	41	64	87

2. Arbeiter, Aufſeher und Schanzzeug.

Faſchinirer pro Geſchütz 5 . . .	10	15	20
Grabenarbeiter	40	66	92
Summa	50	81	112

Digitized by Google

	2	3	4
		Geschütze.	
Aufseher pro Geschütz 3 und pro Batterie 1 im Depot . . .	7	10	13
Schanzzeug:			
Schippen incl. 1/10 Vorrath . .	55	78	123
Hacken incl. 1/10 Vorrath . . .	12	18	24
Schlägel pro Geschütz 4 . . .	8	12	16
Stampfen pro Geschütz 2. . .	4	6	8
Axt	2	3	4
Beil	4	6	8
Säge	1	2	3
Maßstäbe à 3 M. und 1 M. .	2	3	4

In obiger Berechnung sind nur 2 Faschinenlagen für 1 M. hohe Brustwehr berechnet. Kann man aber nicht ganz so tief in die Erde gehen, oder bedarf man einer höheren Brustwehr, wie dies auf den weiten Entfernungen, auf welchen die Geschosse unter größerem Fallwinkel einschlagen, wohl immer stattfinden wird, so kann man noch eine Faschinenlage auf die erste, welche event. ein wenig einzugraben ist, legen und diese an den 5 unter der Scharten-sohle eingeschlagenen Pfählen oder wenn nöthig an einer beson-deren Grundfaschine verankern. Für diesen Fall sind so viel Fa-schinen zu rechnen, als für die zweite Lage angegeben ist, plus der Weite der Schartenöffnungen.

Ein besonderes Erforderniß von Zuträgern wird nicht für nöthig gehalten, sondern es findet nach ca. 2½—3stündiger Arbeit mit Ausnahme der Aufseher ein Ablösen sämmtlicher Mannschaften statt. Es transportirt diese Ablösung die im Depot zurückgebliebene Hälfte des Materials und wird durch diese Eintheilung die Arbeits-kraft am besten ausgebeutet werden können. Außerdem entsteht der Vortheil, daß nicht zu viel Leute auf einmal einer möglichen feind-lichen Feuerwirkung sowie der Unbill schlechten Wetters und da-durch erzeugter Erkrankungen ausgesetzt sind.

Die speziellere Berechnung der Arbeiter hängt mit dem Trans-port der Materialien insofern genau zusammen, als durch dieselben unter allen Umständen das ganze Depot zum Batterie-Bauplatz geschafft werden muß.

An Arbeitern sind zum Tragen nöthig:

Digitized by Google

für	2	3	4
		Geschütze.	
Faschinen (a 50 K. 2 Mann) .	20	30	40
Horden (a 90 K. 3 Mann) . .	6	9	12
Bettungsrippe (a 5,70 M. 2 Mann)	12	18	24
Kreuzholz (a 2,85 M. 1 Mann)	18	36	54
Bettungsbohle 1 Mann . . .	41	64	87
Summa	97	157	217

Hiervon die Hälfte unter Berücksichtigung, daß die gefundene Zahl durch die Anzahl der Geschütze theilbar ist, ergiebt pro Geschützstand also 25—28. (Die nicht gleichmäßige Progression der Arbeiterzahl ist die Folge davon, daß für 2 Geschütze nur ein, für 3 zwei, für 4 drei Unterkunftsräume erbaut werden müssen.) Vergleicht man diese Zahlen mit den bisher erforderlichen Arbeitern, so stellt sich, ganz abgesehen von dem Bau der Magazine und unter der Annahme, daß zwischen je 2 Geschützen ohne den Brustwehrkörper deshalb zu verlängern eine gleich breite Blindage geschaffen werden könnte, das Verhältniß folgendermaßen:

Es sind für die bisherige Batterie zum Tragen erforderlich:

für	2	3	4
		Geschütze.	
Schanzkörbe (2 Körbe = 3 Mann)	41	54	68
Faschinen für die Brustwehr a 3	54	72	98
Faschinen für die Blindagen (a 3)	6	12	18
Kniehurden (a 2)	4	6	8
Kreuzhölzer 4 M. lang (a 2) .	18	36	54
Bettungsrippen (a 2)	12	18	24
Bettungsbohlen (a 1)	36	54	72
Summa	171	252	337

Zur wirklichen Ausführung des bisherigen Batteriebaus sind nach der Anleitung bestimmt: bei 2 Geschützen 87, bei 3 116, bei 4 145 Mann. Belasten sich diese Leute der obigen Angabe gemäß, so bleibt für die Zuträger, welche zu 30, 40, 50 gerechnet sind, ein Arbeitspensum von 84, 136, 192 Mann zu leisten; es muß also jeder derselben 3, 3½ und 4 Mal den Weg vom Batterie-Depot bis zum Bauplatz zurücklegen, was bei großer Entfernung eine fast unausführbare Leistung genannt werden muß und zu großen Inconvenienzen führen kann.

Digitized by Google

Für die vorgeschlagene Art des Batteriebaus sind demnach bei weitem nicht einmal $^2/_3$ der bisher geforderten Arbeiterzahl nothwendig. Es wird trotzdem sämmtliches Material ohne jegliche Beschwerde zum Bauplatz geschafft und außerdem eine kräftige Ablösung erreicht.

Noch viel günstiger gestaltet sich das Verhältniß, sobald die bisherige Art der Unterbringung der Munition aufgegeben und in der schon oben angegebenen Weise abgeändert werden würde. Verfasser verlangt, ohne daß daraus eine Gefahr entspringen kann, unmittelbar neben dem Geschütz einen kleinen Kartusch- und einen Geschoßraum für ca. 25 Schuß, wie solcher aus Tafel III. zu ersehen, und außerhalb der Batterie für die Geschosse einen, für die Kartuschen aber so viel Räume, als Geschütze vorhanden sind und so groß, daß sie insgesammt einem 24stündigen Munitionsverbrauch entsprechen. Die Räume für die Kartuschen 5 M. von einander entfernt in gewachsenem Boden ausgestochen, machen nur einige darüber gelegte Bettungsbohlen oder Rippenstücke und ein Stück Haardecke nebst 2 Unterlagen für die Pulverfässer nöthig, sind nicht schlechter wie bisher gegen feindliches Feuer und Regen geschützt und bequem zur Hand. In gleicher Weise ist der Raum für die Geschosse zu erbauen, nur daß derselbe entsprechend größer sein muß. Die Seitenwände können in loserem Boden aus schrankartig zusammengefügten Brettern bestehen, welche im Erdboden verankert werden, oder es sind dergleichen Schränke, Kasten, Tonnen, große Fässer, Thürpfosten mit den eingehängten Thüren ꝛc., wie man dieselben aller Orten findet, unmittelbar zu verwenden.

Zum Transport für das Material hierzu und zu diesen Bauten selbst würden außer 1 bis 2 Aufseher pro Geschütz nur 3 bis 4 Mann erforderlich sein, während für die Pulverkammer alten Modells, bei der die Zuträger den Weg vom Batterie-Depot ebenfalls ca. 3 Mal zurücklegen müssen, 32 Mann, für den Geschoßraum 8 Mann nöthig sind. Diese Mannschaften werden ebenso wie die übrigen Batteriearbeiter abgelöst.

Erscheint es nothwendig, um selbst bei Tage demontirte Geschütze auswechseln zu können, die hintere Kommunikation auf ca. $2^1/_2$ M. zu erweitern, dann muß für jeden Geschützstand noch eine Vermehrung von 5 bis 6 Mann eintreten, ebenso ist für jeden Meter eines nothwendigen in denselben Verhältnissen anzulegenden

Digitized by Google

Flügellaufgrabens 1 Mann zu rechnen. In diesen Gräben werden dann die Munitions-Räume eingebaut.

Unter Schanzzeug sind Stampfen nur sehr wenig in Ansatz gebracht, weil Verfasser der Ansicht ist, daß diese unbequem zu transportirenden Instrumente ziemlich überflüssig sind. Würden die Schlägel viereckig und mit etwas längerem Stiel versehen sein, so können dieselben beiden Zwecken dienen.

Als ein wesentliches ja unentbehrliches Erforderniß für den Batteriebau sind die Masken anzusehen. Kann die Batterie nicht im Terrain eine solche Lage erhalten, daß die Maske sich von selbst in der Gestalt von Häusern, Bretterzäunen, Hecken, Hügeln ꝛc. ergiebt, so müssen sie künstlich gebildet werden. Zu dem Ende ist in größerer Ausdehnung ein Graben zu ziehen und 100 bis 200 Schritt vor der Batterie eine künstliche 2 bis 3 M. hohe Wand von mit Draht unter einander verbundenem Strauchwerk zu bilden, welches durch das feindliche Feuer auf keine Weise zu entfernen ist. Diese Masken sind, wie bei der Belagerung von Charleston je nach den Umständen einige Tage vor dem beabsichtigten Batteriebau aufzurichten. Außerdem ist bei höheren Brustwehren unmittelbar vor der Batterie noch eine niedrige Bretterwand aufzustellen, welche feindliche Geschosse, ohne daß sie in die Brustwehr dringen zum Explodiren bringt. Auch diese ist durch angenageltes Strauchwerk unkenntlich zu machen.

Für diese Arbeiten sind selbstverständlich besondere Arbeiter zu berechnen.

III. Die Ausführung des vorgeschlagenen Batteriebaues.

1. Vorbereitungen.

Ueber die Ermittelung des Platzes zur Anlage der Batterie sind die im § 3 erwähnten Gründe durchaus maßgebend, nur ist selbstverständlich, daß in Bezug auf die Neigung des Terrains, um die hinteren durch rückwärts fliegende Sprengstücke gefährlich werdenden Böschungen möglichst in Wegfall kommen zu lassen, über die Stabilität des Bodens und die Höhe des Grundwassers bei tieferliegendem Geschützstand genauere Ermittelungen stattfinden müssen. Hierbei würde sich auch die Anwendung eines handlichen Erdbohrers bewähren.

Digitized by Google

Man darf wohl annehmen, daß gewachsener mittlerer Boden auf $1\frac{1}{2}$ M. senkrecht abgestochen werden kann und daß man demselben nur deshalb $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ Anlage geben muß, um die Böschungen auch bei der Erschütterung durch das Schießen zu erhalten. Jedenfalls kann man $\frac{1}{2}$ Anlage selbst für ziemlich losen Boden als ausreichend erklären.

Die Grundwasserverhältnisse sind ungleich schwieriger. Im Allgemeinen ergeben sich dieselben aus den benachbarten Wasserläufen von selbst, jedoch wird man stets gut thun, geeignete Zeit vorher an der betreffenden Stelle eine 2 M. tiefe Grube graben zu lassen und aus der später beobachteten Wasserhöhe Schlüsse zu ziehen. Bei dem Bau selbst die Beobachtung vorzunehmen, ist in zweifelhaften Fällen sehr gefährlich, da schwer durchlassender Boden das Wasser nach mehreren Stunden erst erscheinen und alle Opfer an Arbeit und Zeit vergeblich gebracht sein läßt. Aber auch bei niedrigem Terrain erlauben die stets vorhandenen noch so geringen Bodenerhebungen meist ein Eindringen von $1\frac{1}{2}$—2 M. und auf diese ist schon des anhaltenden Regenwetters wegen unbedingt Rücksicht zu nehmen.

Für das Fortschaffen des Wassers empfiehlt es sich in den hintern Kommunikationen einen Brunnenschacht graben und dasselbe durch ein Saugerohr, wie dieses in der Landwirthschaft überall Verwendung findet, auspumpen zu lassen.

Ist aber unter keinen Umständen das Grundwasser zu vermeiden, nun so mag der Bau mit weniger als $1\frac{1}{2}$ M. tiefen Geschützstand als Ausnahme gelten, ebenso wie es bisher als ein Abweichen von der Vorschrift galt, wenn der hintere Graben nicht $1\frac{1}{10}$ M. tief angelegt werden konnte.

Das Arrangiren des Batterie-Depots ist einfach und geschieht analog den §§ 84 und 85, nur daß dies Material nicht kastensondern geschützweise geordnet ist. Die Stücke werden so gelegt, wie für 2 Mann zum Tragen sich eignen. Die ganzen Faschinen auf dem Flügel; daneben die halben zu 2 hintereinander, ebenso die 5 besonderen Bettungsbohlen. Daneben die Anker. Vier Schritt dahinter das Schanzzeug nicht in 4, sondern in 2 Reihen aufgestellt. Zehn Schritt hinter dem Schanzzeug, so daß die Arbeiter dazwischen antreten können, die Bettung und die Kniehurden event. die Geschütze und die Munition.

Digitized by Google

Für Batterien von 2 Geschützen empfiehlt es sich die Faschinen für das rechte Geschütz auf dem rechten, für das linke auf dem linken Flügel zu legen, damit die Hölzer für den Unterkunftsraum in die Mitte kommen und sich als zusammengehörig gruppiren.

Die Mannschaften sind wie gewöhnlich, da alle Stücke nur 2 Mann zum Tragen erfordern, in 2 Glieder geschützweise eingetheilt. Sie ergreifen auf das gegebene Zeichen das Schanzzeug und nehmen das ihnen zugewiesene vor ihnen liegende Material auf. Es ist zu berücksichtigen, daß von dem letzteren nur das zurückbleiben darf, was erst nach vollendeter Erdarbeit in Verwendung kommt, also die Bettung, nebst der Axt, Nägel, Setzwage und Kniehurde. Zum Tragen dieser Stücke ist grade die Ablösung 25 bis 28 pro Geschütz ausreichend. Diese muß früher erscheinen, wenn die Geschütze für den Transport und die Bedienung zubereitet und komplettirt werden müssen. Der Transport zur Batterie hat dann durch die abgelösten Leute stattzufinden.

Ferner ist wegen der nicht gleichmäßigen Zahl der Unterkunftsräume darauf Rücksicht zu nehmen, daß das zu tragende Material gleichmäßig auf die Geschütze vertheilt wird.

Die Faschinirer und Grabenarbeiter marschiren, da sämmtliches Material sogleich gebraucht wird, auch gleichzeitig ab und während die Faschinen gelegt werden sind die Deckhölzer für jeden Unterkunftsraum nebst den Bohlen unter Aufsicht eines Unteroffiziers zusammen ordnungsmäßig niederzulegen.

2. Die Ausführung.

Der älteste Offizier übernimmt mit den die erste Faschine tragenden Leuten das Legen der Grundfaschine von einem Flügel aus, indem dieselben auf die bloße Erde, also ohne sie einzugraben, und dem Augenmaß nach winkelrecht zu der durch 2 7 M. von einander entfernten Pfählen bezeichneten Directrice in eine grade Linie gebracht werden. Alle Pfähle werden aus den Faschinen entfernt und nur die Schartenmitten vom Flügel aus 4 M. unter einander, wenn die Umstände nicht mehr bedingen, 7 M. entfernt bezeichnet. Vor jeder dieser Bezeichnungen werden in Breite der Kniehurde (4 M.) und der Länge des Ankers entsprechend von der Faschine entfernt die 5 starken Ankerpfähle etwas schräg und nicht zu tief eingeschlagen und die Drahtenden unter der Faschine hindurchgesteckt. Während dieser Zeit beginnt auch schon das Fest-

Digitized by Google

nageln der untersten Faschinen und das von den Schartenmitten ausgehende Legen der 2ten Lage. In dieser befinden sich zwischen je 2 Scharten ihnen zunächst 2 halbe und 1 ganze Faschine, von denen nur die halben festgenagelt, die ganze aber nach hinten herausgewälzt und parallel ihrer ursprünglichen Richtung 2¼ bis 2½ M. entfernt mit je 5 bis 6 Pfählen, welche nicht zu tief einzuschlagen sind, befestigt werden. Neben den Flügelscharten kommen nach außen ganze Faschinen zu liegen. Mehr wie diese beiden Faschinenlagen sind bei der weniger als 1 M. hohen Brustwehr für gewöhnlich nicht erforderlich. Ein Verankern der Brust findet demnach gar nicht statt. Genau mit jenen herausgewälzten Faschinen in gleicher Höhe kommen mit der hintern Kante parallel 4½ M. von der Fluchtlinie entfernt 2 Bettungsbohlen zu liegen.

Nun treten die Grabenarbeiter, welche während der höchstens ½ Viertelstunde verflossenen Zeit die Hölzer der Unterkunftsräume abgelegt und geordnet haben, geschützweise an und werden folgendermaßen angestellt.

Bei 2 Geschützen übernehmen von den 6 Aufsehern 2 die Leitung der Arbeit im Brustwehrkörper, 2 die der beiden Geschützstände, und je einer den Ausbau der beiden Kommunikationen. Bei mehr Geschützen kann der Geschützstand und die hintere Kommunikation gleichzeitig in Aufsicht genommen werden.

Von den Arbeitern stehen im Geschützstande, welcher oben je nach der Bodenbeschaffenheit ca. 4 M. unten, 3 M. breit und 6—7 M. lang wird, die Faschinirer sogleich mitgerechnet, 4 Mann parallel der Flucht und je 6 Mann parallel den Seitenwänden soweit nach hinten hinaus, daß die letzten 4 schon in der Einfahrtsrampe arbeiten, 3 Mann in der vorderen, 3 Mann in der hinteren Kommunikation, die übrigen Leute, 3 bis 6 Mann an dem Bilden des Brustwehrkörpers durch Ausheben eines vorderen Grabens, wenn derselbe sich bei stärker abfallendem Terrain als nothwendig erweisen sollte, beschäftigt.

So viel wie möglich wird die Erde in die Brustwehr gebracht, die übrige wird in den Raum zwischen der zurückliegenden Faschine und auf die Bettungsbohlen geworfen, an deren hinterer Seite durch Sandsäcke, Rasen oder größere Erdstücke eine möglichst steile Böschung zu bilden ist.

Um den Bau wesentlich zu fördern, kommt es vor Allem darauf an, die Arbeit in der vorderen Kommunikation zu beschleunigen,

Digitized by Google

da nur über diese hinweg der größere Theil des ausgehobenen Bodens in die Brustwehr gelangt. Es sind also hier die besten Arbeiter anzustellen.

Die Böschungen werden 1/3 — 1/2 M. von dem Kopf der Faschinen und der Bohlen entfernt möglichst senkrecht abgestochen. An der Faschine der Flucht, da dieselbe nicht eingegraben ist, kann man unmittelbar mit 1/3 — 1/4 Anlage in die Tiefe gehen.

Bei der vorderen Kommunikation läßt man vorn für den Geschoßraum einen ca. 60 Cm., hinten 30 Cm. breiten Rand stehen, so daß die obere Breite derselben ca. 140 Cm., die untere 80 Cm. beträgt, eine Breite, auf welcher 2 Reihen von je 5 Leuten Platz finden können.

Sobald die Erde die Höhe der ersten Faschinenlage überragt, neben derselben festgestampft ist und die Arbeiter der vorderen Kommunikation sich einigermaßen eingegraben haben, werden von den hintern Grabenarbeitern die Deckhölzer herangebracht und dieselben senkrecht zur Flucht auf die Bohlen gelegt, welche ihrerseits auf den beiden ganzen Faschinen und den Köpfen der Pfähle, mit denen dieselben festgenagelt sind, elastisch aufliegen. Auf die Deckhölzer legt man, um das Durchrieseln des Sandes zu verhindern, Schalbretter, Dachpappe, Leinewand, selbst Stroh, auch Laub verrichten dieselben Dienste. Die äußeren Rippen werden um ein seitliches Ausweichen unmöglich zu machen durch Batterienägel befestigt; 3 bis 4 Arbeiter finden sofort auf ihnen Platz, um die herausgeworfene Erde nach vorn zu schaffen.

Die Arbeit wird nun, nachdem das Bild des beabsichtigten Baues sich deutlich allen Augen dargestellt, namentlich durch die frischen Kräfte der Ablösung recht wirksam gefördert werden, es ist nur dafür Sorge zu tragen, daß von den so wesentlichen Böschungen selbst hinten an der Einfahrtsrampe weder zu viel noch zu wenig fortgenommen wird.

Die Abmessungen des Baues ergeben sich aus Tafel III. Es müssen sich viele derselben den jeweiligen Bodenverhältnissen accomodiren und bei nothwendig mehr geneigten Böschungen die Geschützmitten entsprechend weiter auseinander gelegt werden.

Sind die Geschützstände genügend tief (1,50 M.) ausgehoben, so werden die Kniehurden dicht an die möglichst steile vordere Böschung ohne Grundfaschine gesetzt, die Pfähle derselben nicht zu tief eingetrieben und an den unter der Grundfaschine hindurch-

Digitized by Google

reichenden Ankern in ihrem oberen Theile 5 Mal fest angeschnürt, wodurch die Grundfaschine gleichzeitig mit verankert wird. Der untere Theil erhält durch die Kante der vorderen Bettungsbohlen einen noch stärkeren Halt.

Während des Streckens der Bettung, welches durch die Arbeit am Unterkunftsraum nicht aufgehalten werden darf, wird die Brustwehr und die Scharte regulirt und die Erde überall auf gleiches Niveau (80—120 Cm.) gebracht.

Der Geschoßraum in der vorderen Kommunikation wird geebnet oder für länger event. eine größere Anzahl Geschosse entsprechend vertieft, an den Seiten mit einigen Brett- oder Rasenstücken, nach dem Innern mit einer Haardecke geschlossen.

In der hintern Kommunikation, welche um 10 bis 20 Cm. tiefer als die vordere, wird der Kartuschraum angelegt, indem die Erde unter den Bohlen in der Breite für ca. 2 Pulvertonnen ausgehoben und ebenfalls durch eine Haardecke oder eine Brettklappe geschlossen wird. Auf dem Boden dieser Kommunikation wird ein Brunnenschacht ausgegraben und über denselben eine Bettungsbohle gedeckt.

Die Wischerstangen werden auf eingeschlagenen Pfählen in gleicher Höhe mit den Deckhölzern des Unterkunftsraums angebracht, so daß sie über den Kopf gehoben werden.

Die außerhalb der Batterie liegenden Munitionsmagazine werden, wie schon bemerkt, auf die einfachste Weise in die Flügellaufgräben oder in das freie Terrain eingebaut; in letzterem Falle müssen sie durch einen schmalen Graben, der der Sicherheit wegen en cremaillére zu führen ist, mit der Batterie verbunden werden. Sie erhalten eine Erddecke wie die Höhe der Batterie und eine Brustwehrstärke von 4 bis 5 M.

IV. Vor- und Nachtheile.

Die Vortheile, welche diese Art des Batteriebaus vor der bisherigen zu haben scheint, sind folgende:

1. Eine größere Einfachheit und Leichtigkeit der Ausführung, da wegen der geringen Höhe der Brustwehr weder ein Eingraben der Grundfaschine noch ein Verankern nöthig ist.

2. Ein bedeutend schnellerer, wohl stets in einer Nacht zu vollendender Bau. Für 2 Geschützstände ist nur ein Erdkörper

Digitized by Google

von ca. 85 Kbkm. auf dieſelbe Höhe und Entfernung zu bewegen, wie bisher ca. 120 Kbkm.

3. Die Batterie ein formloſer, flacher, etwas gewölbter Erdhaufen bietet eine weit geringere Zielfläche und die Bruſtwehr iſt der Zerſtörung viel weniger ausgeſetzt. Der aufgeſchüttete Boden iſt noch tief genug, um feindliche Sprengſtücke zu begraben oder ſie ungefährlich zu machen. Das Geſchütz iſt faſt ganz durch gewachſenen Boden gedeckt.

4. Der zwiſchen den Geſchützen ſtehen bleibende ſtarke traverſenartige Erdkörper gewährt eine gute Deckung gegen ſeitliche Sprengſtücke und einen ziemlich geſicherten, genügend großen und vorzugsweiſe gut gelegenen Unterkunftsraum. Die Sicherheit deſſelben hängt natürlich von der Feſtigkeit der Eindeckung ab, welche auch noch durch einen Unterzug leicht verſtärkt werden kann. Für Batterien auf größeren Entfernungen, bei welchen die einſchlagenden Granaten eine größere Fallkraft haben, wird mit der entſprechend höheren Bruſtwehr auch die Erddecke ſtärker, was natürlich nur ſo geſchehen darf, daß dieſe Erhebungen von Weitem nicht kenntlich werden.

Anmerkung.

Eine ganz beſondere Widerſtandsfähigkeit ohne Herbeiführung anderer Nachtheile würde der Unterkunftsraum dadurch erhalten daß man den Geſchoßraum unter die Grundfaſchine verlegt und der Decke eine geringere Spannung giebt. Die Grundfaſchine wird dann erſt auf eine Bohle gelegt oder ſtatt ihrer Rippen verwendet und unter derſelben ein Raum ſo breit ausgegraben und mit Brettern ausgeſetzt, daß durch den Erddruck derſelbe nicht eingedrückt werden kann. Hat man Grund zu fürchten, daß der Druck der Geſchoſſe den Boden zum Ausweichen veranlaſſen könnte, ſo macht man den Raum ſchmaler und tiefer und ſetzt dieſelben durch glatte Bretter geſchieden in mehrere Etagen übereinander. Bei der Anlage dieſes Raums muß überhaupt nach den jeweiligen Verhältniſſen verfahren und dem Bauenden volle Freiheit gelaſſen werden.

5. Es iſt eine bedeutend geringere Zahl von Arbeitern und viel weniger Material erforderlich; die ſo ſchwierig anzufertigenden Schanzkörbe fallen ganz fort.

Digitized by Google

6. Der Kopf des Geschützrohrs reicht tiefer in die Scharte, da vor der nicht eingegrabenen Grundfaschine kein Erdrand zu stehen bleiben braucht; das eigene Feuer wird weniger Verheerungen in der Brust, die im feindlichen Feuer nur schwer zu repariren sind, anzurichten im Stande sein.

7. Heftiges feindliches Feuer wird weder so viel Material in den Batteriehof werfen, noch bei den vollständig von einander getrennten Geschützen die Verwirrung so verallgemeinern.

8. Die größere Tiefe der ganzen Batterie erlaubt eine leichtere Anlage von Munitionsräumen und setzt letztere nicht wie in der bisherigen Weise, bei der sie allein vertieft lagen, dem dorthin strömenden Regenwasser aus. Die Munition ist bequemer zur Hand, ohne durch feindliches Feuer erheblich mehr gefährdet zu sein. Eine stattfindende Explosion des nach hinten vollständig offenen Kartuschraumes, nur 1 bis 2 Ctr. Pulver enthaltend, kann der Batterie selbst nicht gefährlich werden.

9. Die überall vorhandenen hohen und steilen Böschungen tragen wesentlich zum Schutz der Bedienungsmannschaft bei und und werden derselben vermehrte Ruhe und Ausdauer verleihen.

Außer den (am Anhang III. Ausführung des Batteriebaus) beregten beiden Uebelständen dürfte als Nachtheil die geringe Höhe der Brustwehr zu den benachbarten Erdarbeiten gerechnet werden, wodurch es dem Feinde möglich wird, die Batterie als solche leichter unterscheiden zu können. Jedoch abgesehen davon, daß auch diese Arbeiten oft etwas tiefer gelegt werden und den Vortheil haben könnten, daß die Brustwehr nicht so leicht zu öffnen wäre, so liegen die heutigen Batterien weniger häufig in so naher Verbindung mit denselben als früher und ist der Höhenunterschied auf größeren Entfernungen, namentlich bei etwas unebenem Terrain, jedenfalls nicht zu bemerken.

Die durch die höheren Böschungen scheinbar zu große Enge des Geschützstandes kann unter den Umständen nachtheilig werden, wenn den Geschützen eine bedeutendere Seitenrichtung gegeben werden muß. Sind Batterien nicht gegen bestimmte Ziele erbaut und erlaubt auch die geringe Festigkeit des Bodens kein steileres Abstechen der Böschungen oder können auch stärkere Traversen gegen Schrägfeuer nothwendig werden, so sind von Hause aus die Geschützmitten dem entsprechend viel weiter auseinander zu legen und die Stände breiter zu bauen, was den Charakter des Baus

Digitized by Google

in keiner Weise verändert. Dieses Auseinanderlegen darf jedoch nie so weit statthaben, daß dadurch die Uebersicht verloren geht, jedenfalls nicht über 10 Meter. Es werden dann statt der halben Faschinen neben den Scharten ganze genommen.

Sollten die aufgeführten oder noch andere Nachtheile die offizielle Einführung die in dieser Art vorgeschlagenen Batterie unmöglich erscheinen lassen, so ist Verfasser jedoch der Ueberzeugung, daß es unter gewissen Umständen zweckmäßig sein wird, von dem Vorschlag Gebrauch zu machen. Die Ausführung eines solchen Baus mit geringen Modificationen hat einmal auf dem Schießplatz bei Mainz 1869 im allerlosesten Sandboden und im vergangenen Jahre bei Königsberg im feuchtem Lehmboden stattgefunden. Ein andauerndes Schießen aus der Batterie selbst mit starken Ladungen hat keinerlei Veränderung an derselben gezeigt, wie auch keiner von den angeführten Nachtheilen eingetreten war; es muß anheimgestellt bleiben, ob die bei dauerndem Feuer gegen dieselbe auftretenden Zerstörungen anderweitige Verbesserungen bedingen würden.

Danzig im Januar 1873.

Trüstedt.
Major und Bats.-Kommdr. im
Ostpr. Fuß-Art.-Regt. Nr. 1.

Berlin, gedruckt bei E. S. Mittler und Sohn, Kochstraße 69. 70.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

HW 2E

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

Digitized by Google

Digitized by Google